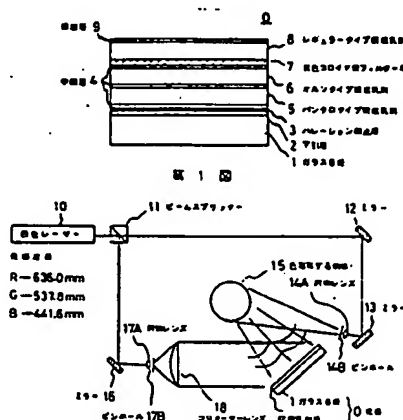


92-035393/05 G06 V07 TOPP 29.03.90
 TOPPAN PRINTING KK
 29.03.90-JP-082269 (11.12.91) G03h-01/26
 Full colour hologram, for improved colour reproduction - comprises recording medium obtd. from recording layers forming yellow-, magenta- and cyan-dyes, for large wavelength reproducing area C92-015446

Hologram comprises hologram recording medium obtd. by stacking first recording layer forming yellow dye by sensing blue light, second recording layer forming magenta dye by sensing green light, and third recording layer forming cyan dye by sensing red light. Pref. panchromic- and ortho-silver salt emulsions, yellow colloid silver filter layer, and regular silver salt emulsions are successively formed on base. Emulsion is obtd. by dispersing fine particulate silver halide crystal into gelatin.

USE/ADVANTAGE - Reproducing wavelength area w.r.t. colour reproduction can be widened. Colour reproducibility of reproduced image can be improved, and is close to natural colour. Visible extent in vertical direction (direction perpendicular to slit) useful for colour reproduction can be widened in rainbow- full colour hologram, so colour reproducibility can be improved. (23pp Dwg.No.1.2/27)

G(6-C14A, 6-C14B, 6-C14C, 6-D, 6-E)



© 1992 DERWENT PUBLICATIONS LTD.

128, Theobalds Road, London WC1X 8RP, England

US Office: Derwent Inc., 1313 Dolley Madison Boulevard,
 Suite 401, McLean, VA22101, USA

Unauthorized copying of this abstract not permitted

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報(A) 平3-280078

⑫ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成3年(1991)12月11日

G 03 H 1/26

8106-2H

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全23頁)

⑭ 発明の名称 フルカラー色素ホログラム

⑮ 特 願 平2-82269

⑯ 出 願 平2(1990)3月29日

⑰ 発 明 者 久保田 真治 東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

⑱ 発 明 者 岩田 藤郎 東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

⑲ 発 明 者 大沼 一彦 千葉県千葉市花園1700番地の2

⑳ 出 願 人 凸版印刷株式会社 東京都台東区台東1丁目5番1号

㉑ 代 理 人 弁理士 鈴江 武彦 外3名

PTO 96-4664

S.T.I.C., Translations Branch

明 細 書

1. 発明の名称

フルカラー色素ホログラム

2. 特許請求の範囲

青光感光でイエロー色素を形成する第1の記録層と、緑光感光でマゼンタ色素を形成する第2の記録層と、赤光感光でシアン色素を形成する第3の記録層とを積層したホログラム記録媒体から成ることを特徴とするフルカラー色素ホログラム。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は赤(R)、緑(G)、青(B)の各成分の再生波長域を広げ得るようにしたフルカラー色素ホログラムに関するものである。

〔従来の技術〕

白色光再生型ホログラフィックステレオグラムは、レインボウタイプホログラムの一種である。このレインボウホログラムを白色光で再生すると、第26図に示すようにスリット像の可視光全域の逆のスペクトルが結像する。

一方、白色光によってホログラフィックステレオグラムをフルカラーとするには、赤(R)情報を含んだホログラム、緑(G)情報を含んだホログラム、青(B)情報を含んだホログラムの順で、空間周波数を高くしておく。このようにしておくと、白色光再生の際に、空間周波数の高い色情報を含んだホログラムほど回折角が大きく、空間周波数の低い色情報を含んだホログラムほど回折角が小さいために、各色情報を含んだホログラムより再生されるスリット像のスペクトルは、それぞれ全て結像される。従って、赤(R)情報を含んだホログラム、緑(G)情報を含んだホログラム、青(B)情報を含んだホログラムより再生されるスリット像のスペクトル結像位置は、第27図に示すようになる。第27図において、①は赤(R)情報を含んだホログラムの再生スリット像のスペクトル、②は緑(G)情報を含んだホログラムの再生スリット像のスペクトル、③は青(B)情報を含んだホログラムの再生スリット像のスペクトルをそれぞれ示している。

白色光再生でのホログラフィックステレオグラムのフルカラー化は、上記スリット像のスペクトル結像位置のずれを利用している。すなわち、第27図のB点のように、青(B)情報を再現するBスペクトルのスリット像と、緑(G)情報を再現するGスペクトルのスリット像と、赤(R)情報を再現するRスペクトルのスリット像とを重ね合わせて、R、G、Bの加法混色によって適正な色再現が行なわれ、フルカラー化ができる。なお、ホログラム記録材料としては、銀塩、あるいはフォトレジスト材料を用いている。

【発明が解決しようとする課題】

ところで、このようなホログラフィックステレオグラムのホログラム記録材料として、上述のような銀塩、あるいはフォトレジスト材料等の材料を用いると、白色光再生した際に、全可視波長域の光が回折に寄与するため、再生されるスリット像が第27図に示したように、一連のスペクトルとして結像される。このため、次のような問題が生じる。

(a) 再生波長のスペクトル幅が大きいことによって生じる再生像のボケを小さくするために、スリットで縦方向の視域を狭くしていることから、正しく色再現される縦方向(スリットと直交する方向)の視域範囲が狭くなる。

(b) 目の位置を第27図のB点から僅かにずらしただけで、再生像の色再現がバラバラになってしまう。

本発明は上記のような問題点を解決するために、なされたもので、その目的は正しく色再現される縦方向(スリットと直交する方向)の視域範囲を広くできると共に、目の位置を僅かにずらしても再生像の色再現が極めて良好なフルカラー色素ホログラムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明のフルカラー色素ホログラムは、青光感光でイエロー色素を形成する第1の記録層と、緑光感光でマゼンタ色素を形成する第2の記録層と、赤光感光でシアン色素を形成する第3の記録層とを積層したホ

ログラム記録媒体から構成している。

【作用】

従って、本発明のフルカラー色素ホログラムにおいては、カラー画像の青成分がイエローに、緑成分がマゼンタに、赤成分がシアンにそれぞれ発色することにより、正しく色再現される縦方向(スリットと直交する方向)の視域範囲を広くすることができ、また目の位置を僅かにずらしても再生像の色再現が極めて良好なものとなる。

【実施例】

まず、本発明の考え方について説明する。

第5図は、本発明によるフルカラー色素ホログラムを得るための記録媒体の構成例を示す断面図である。本記録媒体の構成は、従来のカラーフィルムと同様な多層乳剤塗布による三層乳剤構成になっており、ベース(基板)30の上に、パンクロタイプの銀塩乳剤31、その上にオルソタイプの銀塩乳剤32、次に黄色のコロイド銀フィルター層33、そして最上部にレギュラータイプの銀塩乳剤34が塗布されている。これらの乳剤は、

ゼラチン中に超微粒子タイプのハロゲン化銀結晶を分散させたホログラム記録可能な銀塩乳剤である。また、色素干渉膜を形成させるために、パンクロ乳剤にはC発色カブラーを、オルソ乳剤にはM発色カブラーを、レギュラー乳剤にはY発色カブラーを、それぞれ添加しておく。

各乳剤の感光波長は、第6図に示すようになっている。第6図において、最上部のレギュラー乳剤の感光波長域は400~500nmであり、B感光層となっている。また、その下のオルソ乳剤は、400~600nmに感光波長域を有しているが、Yフィルター層によって400~500nm波長域が吸収されるので、感光波長域が500~600nmとなり、G光感光層となる。さらに、最下部のパンクロ乳剤は、400~500nm及び600~700nmに感光波長域を有しているが、オルソ乳剤と同様にYフィルター層によって400~500nm波長域が吸収され、結果として600~700nmに感光波長域を有するR感光層となっている。

一方、現像後の各乳剤層の発色は、第7図に示すようになっている。第7図において、B光感光層であるレギュラー乳剤層は、添加されているY発色カプラーの働きにより、B光の補色であるYに発色をする。また、G光感光層であるオルソ乳剤層は、添加されているM発色カプラーの働きにより、G光の補色であるMに発色する。さらに、R光感光層であるバンクロー乳剤層は、C発色カプラーの働きにより、R光の補色であるCに発色する。

次に、以上のような構成を有するフルカラー色素ホログラム用記録媒体（以下、乾板と称する）を用いて、色彩を有する被写体のホログラムの作製を実施する。この場合、被写体としては、第8図に示すようなカラーチャートを用いる。

まず、レーザー再生のみで再生像が得られるフレネル型ホログラムについて記述する。ホログラム記録光学系を第9図に示す。第9図において、記録用の光源としては、第10図に示すようにR、G、B各波長領域に1つずつ発振スペクトルを有

するような白色レーザー35を用いる。この白色レーザー35から出たR、G、B各ビームは、まずビームスプリッター(BS)36により2つのビームにそれぞれ分けられる。そして、一方のビームは、ビームスプリッター36およびミラー37で曲げられ、対物レンズ38、ピンホール39に入って球面光波となり、コリメーターレンズ(CL)40にて平行光波に変換され、参照光となる。また、他方のビームは、ビームスプリッター36を通過後、ミラー41で曲げられ、対物レンズ42、ピンホール43に入って球面光波となり、被写体であるカラーチャート44を通過し、物体光となる。そして、この物体光と上記参照光とを乾板45に照明することにより、その時生じる干渉縞を記録してフレネル型ホログラムを得る。この際、各R、G、B光波は、同じ波長同士の物体光と参照光のみが干渉し合って干渉縞を形成する。すなわち、B光波はB光波と、G光波はG光波と、R光波はR光波とにより、それぞれ干渉縞を形成するものである。

次に、第11図は、上述の光学系で被写体であるカラーチャート44のホログラムを撮影した際、R、G、B各光波により生じた干渉縞が、どのようにして乾板45に記録されているのかを示すものである。第11図(a)に示すようにカラーチャートは、広げられた白色レーザー光波の照明により、まずR成分の色情報だけを有するR成分像、G成分の色情報だけを有するG成分像、およびB成分の色情報だけを有するB成分像の各物体光波(R、G、B3色分解された各物体光波)に変換される。白色レーザー光波をカラーチャートに照明することにより変換されたR、G、B各物体光波は、同じ波長のR、G、B各参照光波とで干渉縞を形成して、その干渉縞を第11図(b)に示すように乾板の各乳剤層に記録する。すなわち、第7図に示したような構成になっている乾板の、B光感光層であるレギュラー乳剤層には、B光成分の物体光波と参照光波による干渉縞が記録され、G光感光層であるオルソ乳剤層には、G光成分の物体光波と参照光波による干渉縞が記録され、R

光感光層であるバンクロー乳剤層には、R光成分の物体光波と参照光波による干渉縞が記録されるものである。そして、この時の干渉縞の記録は、干渉縞の光強度に応じたハロゲン化銀画像の潜像という形で記録されている。なお、第11図(b)において、①はレギュラー乳剤層に記録されたB成分像ホログラムの干渉縞の潜像、②はイエローコロイド銀フィルター層、③はオルソ乳剤層に記録されたG成分像ホログラムの干渉縞の潜像、④はバンクロー乳剤層に記録されたR成分像ホログラムの干渉縞の潜像をそれぞれ示している。

次に、上述したような形で各乳剤層に干渉縞を記録したカラーチャートのホログラムに対して、発色現像、漂白、定着処理を行なうことにより、各乳剤層に干渉縞を記録した記録波長の色に対して補色となる色素の干渉縞を形成する。第12図は、各乳剤層に形成された色素干渉縞の発色を示すものである。ここで、色素干渉縞形成のプロセスについて述べる。まず、乳剤層への干渉縞の記録は、上述したように干渉縞の光強度の強い部分

には、ハロゲン化銀画像の潜像が形成され、光強度の弱い部分には潜像は形成されない。そして、このような形で記録されている干渉縞を免色現象すると、潜像を形成しているハロゲン化銀が免色現象主薬の還元作用によって還元され、黒化銀画像に変換される。すなわち、光強度の強い部分には、黒化銀画像ができるわけである。これに対して、光強度の弱い部分には、潜像が形成されていないため、その部分はハロゲン化銀のままである。また、潜像を形成しているハロゲン化銀を還元した免色現象主薬自身は、免色現象主薬酸化物となる。そして、この酸化物が潜像を形成しているハロゲン化銀の周囲にあるカプラーと反応して色素となり、ハロゲン化銀の色素像を作り、色素画像を形成する。以上のような一連の反応により、結果として干渉縞の光強度の強い部分に色素が形成され、弱い部分には形成されないことになる。そして、免色現象処理により、潜像を形成していたハロゲン化銀画像の部分に色素を形成した後、漂白、定着処理を行なうことにより、色素画像中に

できた黒化銀画像を除去するのである。以上が、色素干渉縞形成のプロセスである。なお、第1.2図において、①はレギュラー乳剤層に記録されたB成分像ホログラムの干渉縞（イエロー免色）、②はオルソ乳剤層に記録されたG成分像ホログラムの干渉縞（マゼンタ免色）、③はバンクロ乳剤層に記録されたR成分像ホログラムの干渉縞（シアン免色）をそれぞれ示している。

さて次に、このようにして得られた干渉縞が色素で形成されているカラーチャートのホログラム（以後、色素ホログラムと記す）を、記録用レーザーと同じ白色レーザーで再生し、再生像を得ることを考える。まず、再生像を得るための照明の仕方を第1.3図に示す。なお、図中4.6はペーズ、4.7は色素干渉縞・記録乳剤層である。図示のように、照明はホログラム記録時に用いた参照光波面を照明光として同じ方向から照明することにより行なう。この照明光の光波が色素ホログラムに入射すると、色素ホログラムの各層に記録されている色素干渉縞は、色素の色と補色の関係にある

波長域の光を吸収して（いわゆる低幅型ホログラムにあたる）、その波長域の光に対して回折現象を引き起こし、結果としてその波長域の光による再生像が再現され、再生像の色はその波長域の光の色に対応することになる。すなわち、第1.4図に示すように、色素ホログラムの各層に記録されている色素干渉縞の色素の色に対して、補色の色で再生像が得られるわけである。第1.4図において、①部では色素の補色光が吸収され、②部では全ての光が透過し、③部では色素・補色光以外の光が透過する。

以上の関係を色素ホログラムの各層に対応させると、第1.5図(a)～(c)に示すようになる。レギュラー乳剤層に記録されたY免色色素干渉縞は、補色であるB成分の波長域の光を回折させ、B色の再生像が得られる（同図(a)）。また、レギュラー乳剤層には、第1.2図に示したようにカラーチャートのB成分像のホログラムを記録してあるので、以上のことより結果として、カラーチャートのB成分像がB色で色再現された再生像

を得ることが出来る。同様にオルソ乳剤では、M免色色素干渉縞によって、記録されたG成分像がG色で色再現された再生像を（同図(b)）、さらにバンクロ乳剤層では、C免色色素干渉縞によって、記録されたR成分像がR色で色再現された再生像（同図(c)）を、それぞれ得ることができる。従って、これら各層より構成されている色素ホログラムを第1.3図に示した照明下で観察すると、第1.6図に示すようにオリジナルのカラーチャート原画の色を忠実に色再現した再生像を得ることができるのである。

以上、レーザー再生のみにより再生像の得られる代表的なホログラムとしてフレネル型ホログラムを取り上げ、このホログラムを色素ホログラム化することによってフルカラー化が実現できることを述べてきたが、この他に色素ホログラム化することによってフルカラー化ができるレーザー再生型のホログラムとしては、第1.7図(a)に示すようなフーリエ変換型ホログラム、第1.7図(b)に示すようなフラウンホーファー型ホログ

ラム、第17図(c)に示すようなレンズレスフーリエ変換型ホログラム、およびフレネル型のホログラフィックステレオグラムがある。なお、第17図において、48は色彩を有する物体、49はレンズ、50は乾板、51はピンホールをそれぞれ示している。

次に、白色光再生で再生像の得られる代表的なホログラムである透過型のイメージ型ホログラムについて述べる。なお、イメージ型ホログラムには、レンズを用いた1stタイプのレンズ結像型と、フレネル型ホログラムを用いた2ndタイプのホログラフィック結像型とがあるが、ここではホログラフィック結像型について述べる。

第18図は、上記タイプのイメージ型ホログラムの記録光学系を示すものである。第18図において、光源としては、第9図に示したR、G、B各波長領域に発振スペクトルを有する白色レーザと同じものを用いる。本記録光学系によりイメージ型ホログラムを得るためには、まず白色レー

ザ52から出たR、G、B各ビームを、ビームスプリッター53により2つのビームに分ける。そして、一方のビームは、ビームスプリッター53およびミラー54で曲げ、対物レンズ55とピンホール56とにより球面光波とし、コリメーターレンズ57により平行光波に変換する。そして、光学系にセットした第16図に示したようなカラーチャートの色素ホログラムを、この平行光波で実像再生の方向、すなわち第16図のホログラムを得るために用いた参照光波と共役な関係となる方向から照明し、その照明光波によりR、G、B各光波混合からなるフルカラーのカラーチャートの実像を乾板58に結像させる。また、もう一方のビームは、ビームスプリッター53の通過後、ミラー59で曲げ、対物レンズ60とピンホール61とにより球面光波とし、参照光にする。そして、このようにして得たフルカラーのカラーチャートの実像と参照光とを乾板58上で干渉させ、その再生する干渉縞を記録することによってイメージ型ホログラムが得られる。この場合、R、G、

B各光波により生じる干渉縞は、フレネル型ホログラムのところで記述したように、乾板の各乳剤層にそれぞれ記録されている。このようにして、イメージ型ホログラムとして記録した色素ホログラムを、第19図に示すように記録時の参照光と反対の方向から白色光を照明して、その照明下で観察すると、第15図にて説明したような理由により、結果としてオリジナルのカラーチャートの色を忠実に色再現したイメージタイプのフルカラー再生像を得ることができる。

以上、白色光再生タイプの代表的なホログラムとしてイメージ型ホログラムを取り上げ、このホログラムを色素ホログラム化することによってフルカラー化ができることを述べたが、この他に色素ホログラム化することによってフルカラー化が実現できる白色光再生可能なホログラムとしては、2つのホログラムがある。

まず、その一つは、レインボウホログラムである。このレインボウホログラムは、イメージ型ホログラムの一種であり、3次元の立体像を乾板上

に結像させて得たホログラムを再生する際に生ずる乾板面より離れた像点のボケを小さくするために、イメージ型ホログラムの作製光学系のフレネル型ホログラムと乾板との間(レンズ結像の場合は、被写体とレンズとの間)に、スリットを入れていることが特徴である。

第20図は、このレインボウホログラムを得るための光学系を示すものである。なお、干渉縞の形成の仕方、および各R、G、B光波による干渉縞の乾板への記録のさせ方等については、前述したフレネル型およびイメージ型と同様であるので省略する。いま、第20図に示す光学系を用いてレインボウホログラムとして記録した色素ホログラムを、第21図に示すように記録時の参照光と反対の方向から白色光を照明して再生像を得ることを考える。前述したように、回折に寄与する光の波長域は色素干渉縞の色素の補色に対応する波長域の光であることを述べた。従って、400nm～700nmまでの連続のスペクトルを有する白色光を、C、M、Y発色の色素干渉縞に入射させる

と、第22図に示すようにそれらの補色となる波長域のスペクトルが回折に寄与することになる。このため、第23図(a)～(c)に示すようにレインボウタイプの色素ホログラムに白色光を入射させると、レギュラー乳剤層に記録されたY発色色素干渉縞では、補色のB成分波長域の光(400nm～500nm)を回折して、400～500nmにかけてのスリット像のスペクトルが生じる。同様に、オルソ乳剤層に記録されたM発色色素干渉縞では、補色のG成分波長域の光(500～600nm)を回折して、500～600nmにかけてのスリット像のスペクトルが生じ、さらにバンクロ乳剤層に記録されたC発色色素干渉縞では、補色のR成分波長域の光(600～700nm)を回折して、600～700nmにかけてスリット像が生じる。従って、レインボウタイプの色素ホログラムを第21図に示したような照明下で観察すると、第24図に示したように上記のB波長域のスリット像のスペクトルと、G波長域のスリット像のスペクトルと、R波長域のス

リット像のスペクトルとが重なり合ったスリット像のスペクトル開口を通して観察することになるため、物体の色彩を忠実に色再現した再生像を得ることができる。

次に、もう一つは、ホログラフィックステレオグラムである。このホログラフィックステレオグラムは、白色再生のホログラムとして、イメージ型とレインボウタイプとの2つのタイプがある。

これら2つのタイプのホログラフィックステレオグラムは、上述のレインボウホログラムで述べた回折現象と同様な回折現象を引き起こし、結果として物体の色彩を忠実に色再現した再生像を得ることができる。

以下、上記のような考え方に基づいた本発明の一実施例について、図面を参照して詳細に説明する。なおここでは、白色光再生でフルカラー化できるレインボウタイプの色素ホログラムを例として述べる。

第1図は、本発明によるフルネル型色素ホログラムにおけるレインボウタイプ色素ホログラム記

録材として用いる乾板の構成例を示す断面図である。第1図に示すように、本乾板0は、超マイクロカラー写真フィルムに用いられている三層乳剤構成をガラス基板上に形成したものであり、ガラス基板1の上に、下引層2、ハレーション防止層3、中間層4を介してバンクロタイプの銀塩乳剤5、その上に中間層4を介してオルソタイプ銀塩乳剤6、その上に中間層4を介して黄色コロイド銀フィルター層7、そして最上部にレギュラータイプ銀塩乳剤8、その上に保護層9がそれぞれ塗布されている。

この乾板0は、超マイクロ写真用の銀塩乳剤、すなわちゼラチン中に超微粒子タイプのハロゲン化銀結晶を分散させた銀塩乳剤を用いているため、1000～2000 \AA /mmの解像力を有し、透過型のホログラムを記録できる乾板である。また、上記の各乳剤層に色素干渉縞を形成できるように、バンクロ乳剤層には、シアン発色カプラーとして、フェノール誘導体あるいはナフトール誘導体を添加しており、オルソ乳剤層には、マゼンタ発色カブ

ラーとして、ピラズロン誘導体を添加しており、レギュラー乳剤層には、イエロー発色カプラーとして、ベンゾイル、アセトアニライド誘導体、あるいはビバロイルアセトアニライド誘導体を添加してある。

さて、以上のような構成の乾板0を用いて、まず第2図に示すようなフレネルホログラム作製光学系で、フレネル型の色素ホログラムの作製を実施した。この場合、作製用の光源としては、白色レーザー10であるHe-cdレーザーを用い、使用したレーザー光の波長は、赤用としては638.6nm、緑用としては537.8nm、青用としては441.6nmである。なお、本例では白色レーザーを用いているが、この他に赤用としてHe-Neレーザーの632.8nmの光と、緑用、青用としてArレーザーの514.5nm、488nmの光を組み合わせた光源、あるいは緑用、青用としてArレーザーの528.7nm、457.9nmの光と、赤用としてKrレーザーの647.1nmの光を組み合わせた光源を用いてもよい。

フルカラーフレネル型ホログラムの作製の方法としては、まず第2図に示すように、白色レーザー10からのビームをビームスプリッター11により2つに分ける。そして、一方のビームは、ミラー12、ミラー13、対物レンズ14A、ピンホール14Bにより拡げて、色彩を有する物体15に照明することによって物体光を得る。また、もう一方のビームは、ミラー16、対物レンズ17A、ピンホール17B、コリメーターレンズ18により拡げて平行光の参照光を得る。そして、このようにして得られた物体光と参照光とを乾板0上で重ねて干渉させ、その時できる干渉縞を乾板0に記録する。このようにして、色彩を有する物体15のR、G、B各成分のホログラム（干渉縞）を各乳剤層に記録した乾板を、次に発色現像液にて現像処理し、この処理において発色現像主薬で露光済みのハロゲン化銀を還元して黒化銀に変換すると共に、その際に生じた発色現像主薬の酸化物と各乳剤中のカプラーをカップリング反応させて色素を形成させる。この場合、発色現像主薬と

しては、パラフェニレンジアミン系の発色現像主薬を用い、また上記の反応によりレギュラー乳剤層にはイエロー色のアゾメチン色素、オルソ乳剤層にはマゼンタ色のアゾメチン色素、さらにバンクロ乳剤層にはシアンのインドラニリン色素をそれぞれ形成させる。以上のように、発色現像処理をして黒化銀と色素で画像化された干渉縞を有する乾板0を、その後定着処理し、そして最後に漂白、定着処理にて黒化銀を脱銀することにより、各乳剤層に色素のみの干渉縞だけを有するフレネル型の色素ホログラムを得る。

次に、以上のようなプロセスによって得たフレネル型の色素ホログラムを、第3図に示すようなレインボウホログラム作製光学系に、第2図の参照光と反対の方向から再生光が入射するように、すなわち実像再生可能な方向から再生光が入射するようにしてセットし、レインボウタイプの色素ホログラムの作製を実施した。この場合、使用光源としては、前述のHe-Neレーザーであり、また仕様したレーザー光の波長も同じである。レ

インボウタイプの色素ホログラムの作製方法としては、まず第3図に示した光学系により、白色レーザー19からのビームをビームスプリッター20により2つに分ける。そして、一方のビームは、ミラー21、対物レンズ22A、ピンホール22B、コリメーターレンズ23により拡げて平行光とし、フレネル型の色素ホログラム24に照明して実像再生光を発生させて、フルカラーで色彩を有する物体の実像を乾板0上に結像させる。この際、フレネル型の色素ホログラムの前面のスリット24aの幅は、従来の場合の3倍の幅を取り、縦方向の視域の拡大を行なった。また、もう一方のビームは、ミラー25、対物レンズ26A、ピンホール26Bにより拡げて、それを参照光とする。そして、このようにして得られた実像再生光と参照光とを乾板0上で重ねて干渉させ、その時できる干渉縞を乾板20に記録する。

以上のようにして、色彩を有する物体の実像のR、G、B各成分を、参照光との干渉によりホログラム（干渉縞）の型にして各乳剤層に記録した

乾板0を、その後前述したフレネル型の色素ホログラムと同様な発色現像処理、定着処理、漂白定着処理を行なうことにより、最終的に各乳剤層に色素のみの干渉縞だけを有するレインボウタイプの色素ホログラムを得る。

以上のようにして、最終的に作製されたレインボウタイプのフルカラー色素ホログラムを、第4図に示すように第3図の参照光の照明方向と反対の方向から照明光を入射させた照明下で観察すると、フルカラーで色彩を有する物体の3次元像が観察でき、かつ目を縦方向にずらしても色ずれのない良好な色再現を実現することができ、さらに縦方向（スリットと直交方向）の視域を従来よりも広くとったにもかかわらず、ボケの無い良好な再生像を得ることができる。なお、第4図において、1はガラス基板、27は色素干渉縞・記録乳剤層をそれぞれ示している。

上述したように、本実施例のレインボウタイプのフルカラー色素ホログラムにおいては、カラー画像のB成分がイエローYに、G成分がマゼンタ

Mに、R成分がシアンCにそれぞれ発色することにより、正しく色再現される縦方向（スリットと直交する方向）の視域範囲を広くすることが可能となる。また、目の位置を僅かにずらしても、従来のように再生像の色表現がバラバラになるようなことがなく、再生像の色再現を極めて良好に行なうことが可能となる。

尚、本発明のホログラム記録媒体を用いてフルカラー化できるホログラムとしては、第25図に示すようなホログラムを適用することが可能である。

〔発明の効果〕

以上説明したように本発明によれば、青光感光でイエロー色素を形成する第1の記録層と、緑光感光でマゼンタ色素を形成する第2の記録層と、赤光感光でシアン色素を形成する第3の記録層とを積層したホログラム記録媒体から構成したので、正しく色再現される縦方向（スリットと直交する方向）の視域範囲を広くできると共に、目の位置を僅かにずらしても再生像の色再現が極めて良好

なフルカラー色素ホログラムが提供できる。
は再生像を示す図、第15図は色素ホログラムの各層に記録されている色素干渉縞の色素の色と補色の色との関係を示す図、第16図はオリジナルのカラーチャート原画の色を忠実に色再現した再生像を示す図、第17図は色素ホログラム化することによってフルカラー化ができるレーザー再生型のホログラムのタイプを示す図、第18図は第17図におけるタイプのうちイメージ型ホログラムの記録光学系を示す図、第19図はフルカラー再生像を得るための照明方法を示す図、第20図はレインボウホログラムを得るための光学系を示す図、第21図は再生像を得るための照明方法を示す図、第22図は補色となる波長域のスペクトルが回折に寄与することを示す図、第23図はレインボウタイプの色素ホログラムに白色光を入射させた場合に生じるスリット像のスペクトルを示す図、第24図はB波長域、G波長域、R波長域の各スリット像のスペクトルが重なり合ったスリット像を示す図、第25図は本発明のホログラム記録媒体を用いてフルカラー化できるホログラム

なフルカラー色素ホログラムが提供できる。

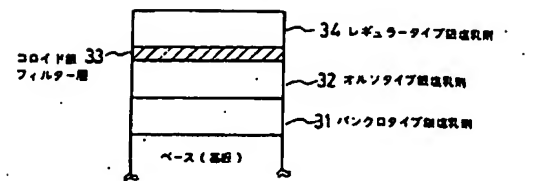
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明によるフルネル型色素ホログラムにおけるレインボウタイプ色素ホログラム記録材として用いる乾板の構成例を示す断面図、第2図はフレネルホログラム作製光学系を示す図、第3図はレインボウホログラム作製光学系を示す図、^{第4図は}レインボウタイプのフルカラー色素ホログラムの3次元像を得るための白色光の入射方向を示す図、第5図は本発明によるフルカラー色素ホログラムを得るための記録媒体の構成例を示す断面図、第6図は第5図における各乳剤の顕光波長を示す図、第7図は現像後の各乳剤層の発色状態を示す図、第8図は被写体であるカラーチャートを示す図、第9図はホログラム記録光学系を示す図、第10図は第9図における白色レーザーの発振スペクトルを示す図、第11図は干渉縞が乾板に記録される状態を示す図、第12図は各乳剤層に形成された色素干渉縞の発色を示す図、第13図は再生像を得るための照明方法を示す図、第14図

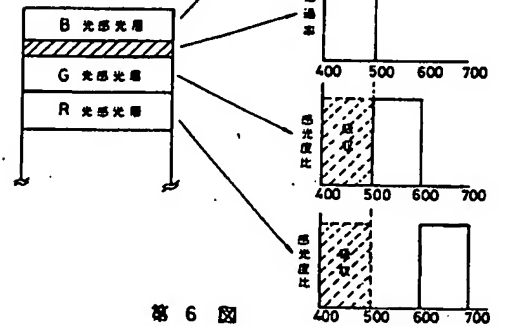
の例を示す図、第26図はスリット像の可視光全域の一連のスペクトルが結像する状態を示す図、第27図はR、G、Bの各情報を含んだホログラムより再生されるスリット像のスペクトル結像位置を示す図である。

0…乾板、1…ガラス基板、2…下引層、3…ハレーション防止層、4…中間層、5…パנקロタイプの銀塩乳剤、6…オルソタイプ銀塩乳剤、7…黄色コロイド銀フィルター層、8…レギュラータンタイプ銀塩乳剤、9…保護層、10…白色レーザー、11…ビームスプリッター、12…ミラー、13…ミラー、14A…対物レンズ、14B…ピンホール、15…色彩を有する物体、16…ミラー、17A…対物レンズ、17B…ピンホール、18…コリメーターレンズ、19…白色レーザー、20…ビームスプリッター、21…ミラー、22A…対物レンズ、22B…ピンホール、23…コリメーターレンズ、24…フレネル型ホログラム、25…ミラー、26A…対物レンズ、26B…ピンホール、27…色素干渉縞・記録乳

剤層、30…ベース（基板）、31…パングロタイプの銀塩乳剤、32…オルソタイプの銀塩乳剤、33…黄色のコロイド銀フィルター層、34…レギュラータイプの銀塩乳剤、35…白色レーザー、36…ビームスプリッター（BS）、37…ミラー、38…対物レンズ、39…ピンホール、40…コリメーターレンズ（CL）、41…ミラー、42…対物レンズ、43…ピンホール、44…カラーチャート、45…乾板、46…ベース、47…色素干渉膜・記録乳剤層、48…色彩を有する物体、49…レンズ、50…乾板、51…ピンホール、52…白色レーザー、53…ビームスプリッター、54…ミラー、55…対物レンズ、56…ピンホール、57…コリメーターレンズ、58…乾板、59…ミラー、60…対物レンズ、61…ピンホール。

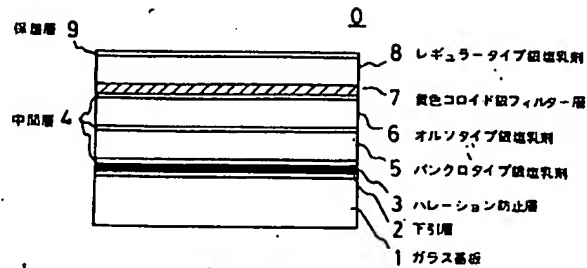


第 5 図

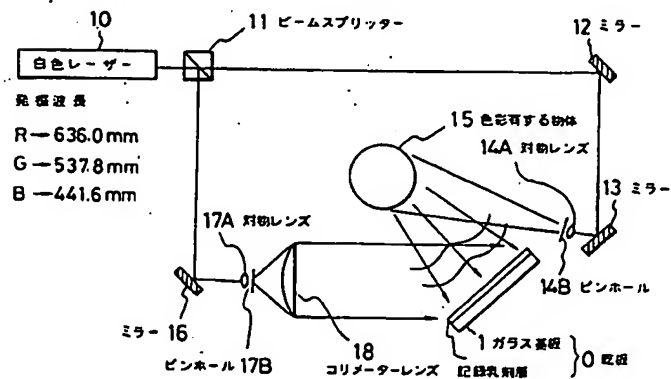


第 6 図

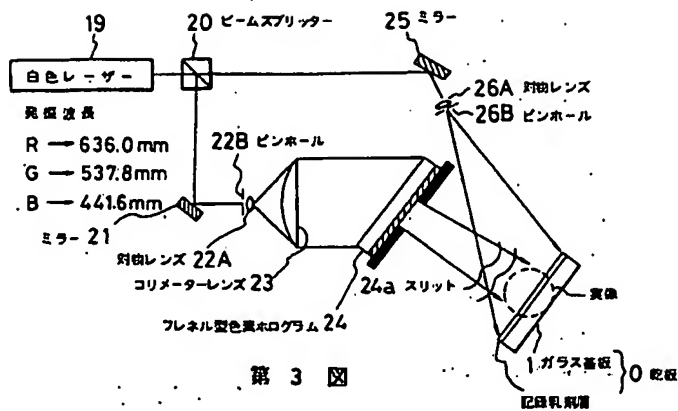
出願人代理人 弁理士 鈴江武彦



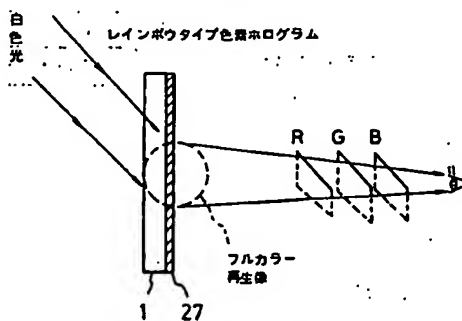
第 1 図



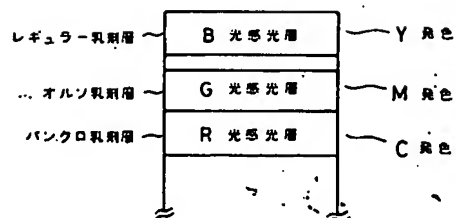
第 2 図



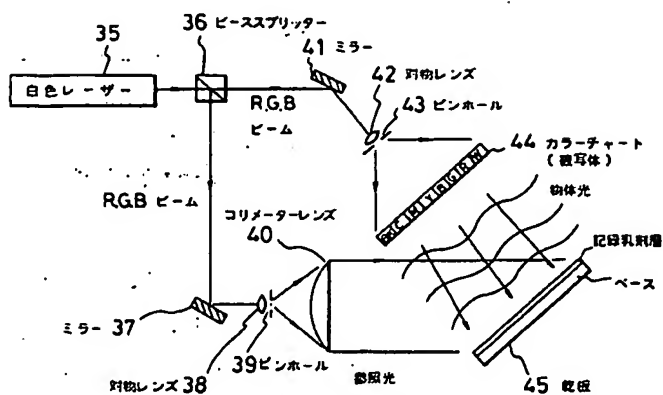
第 3 図



第 4 図



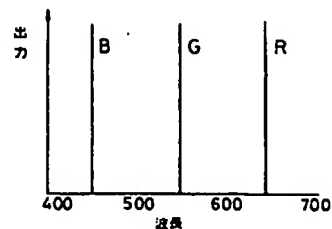
第 7 図



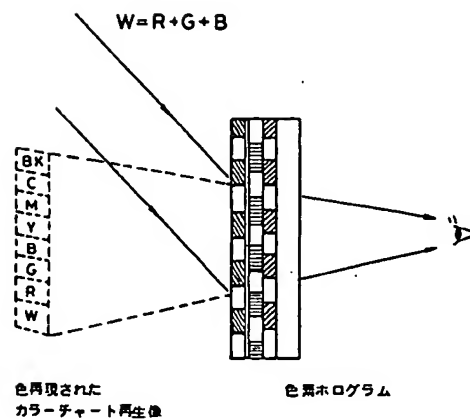
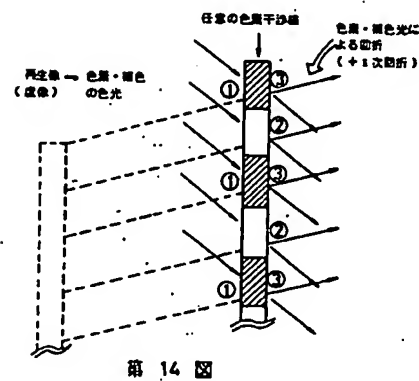
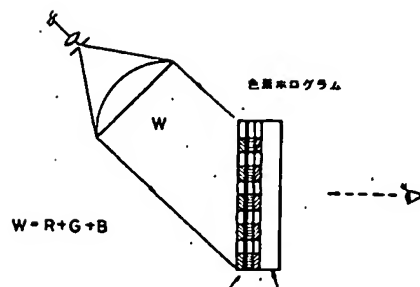
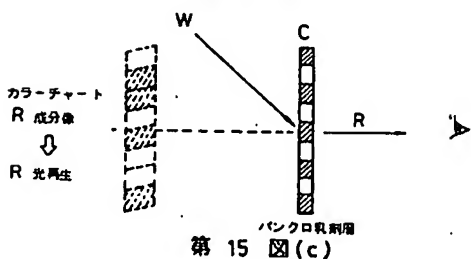
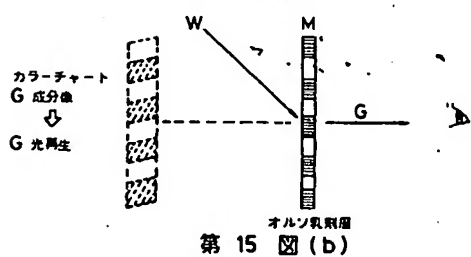
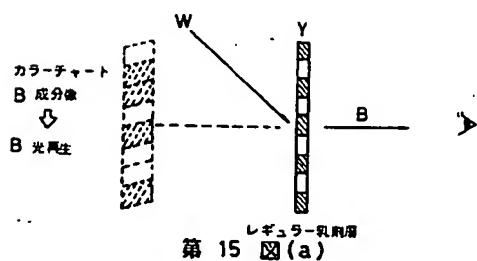
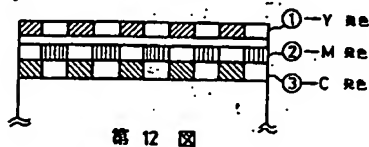
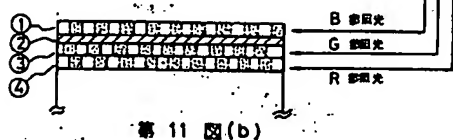
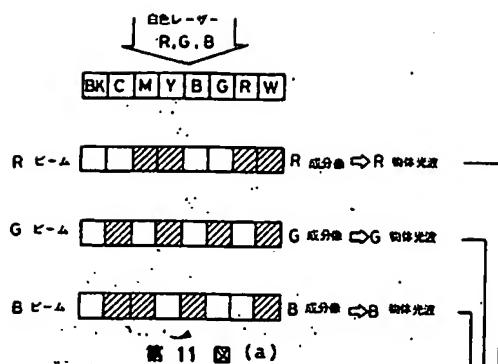
第 9 図

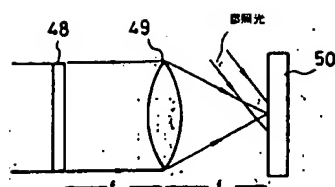
BK	C	M	Y	B	G	R	W
黒	シアン	マゼンタ	黄	青	緑	赤	白

第 8 図

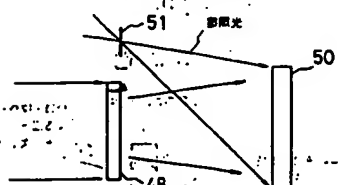


第 10 図

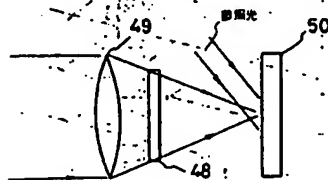




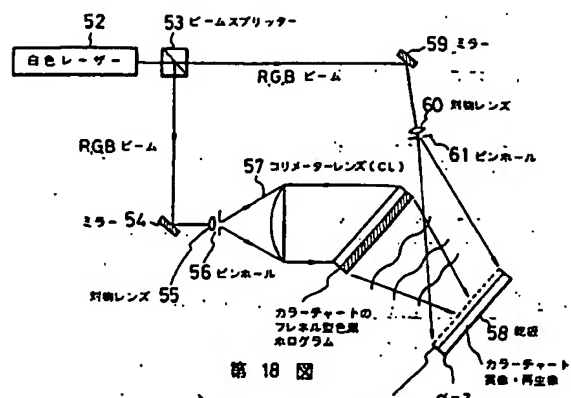
第 17 図 (a)



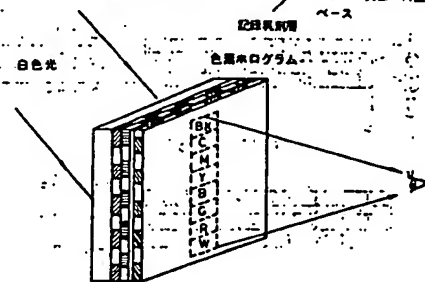
第 17 図 (b)



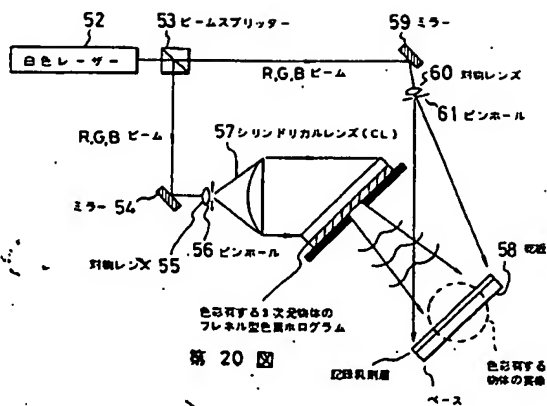
第 17 図 (c)



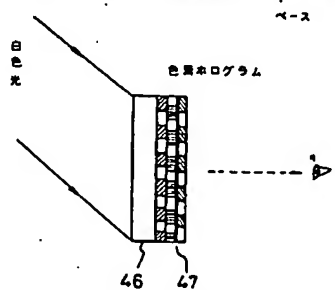
第 18 図



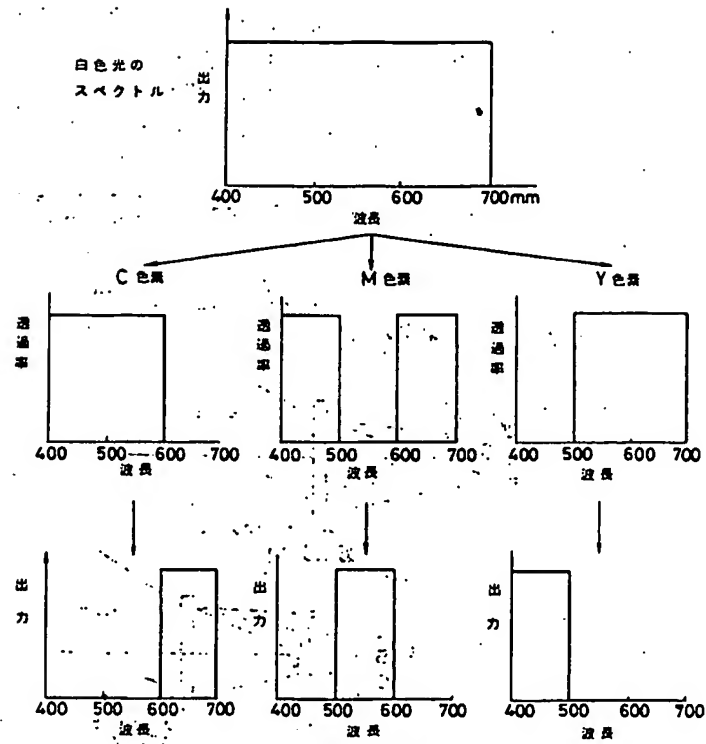
第 19 図



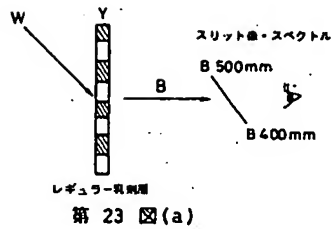
第 20 図



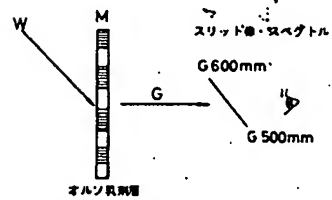
第 21 図



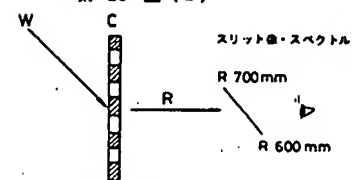
第 22 図



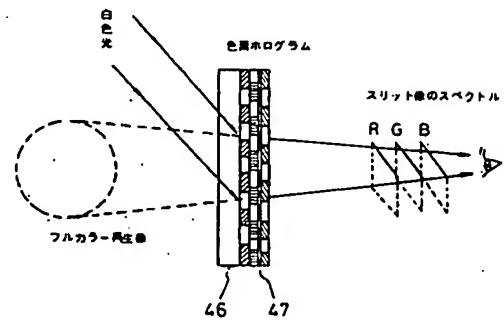
第 23 図 (a)



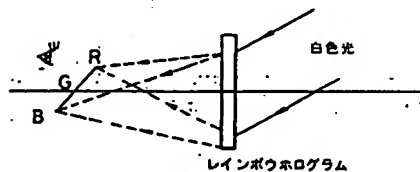
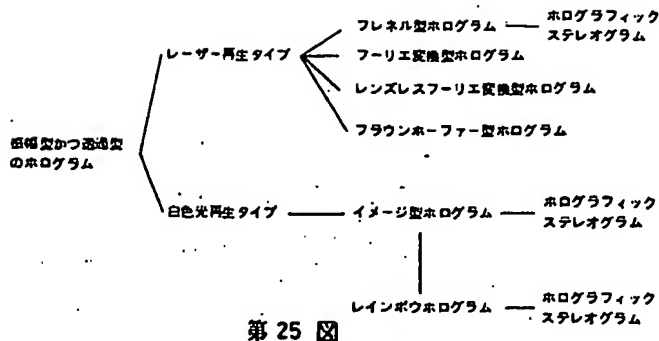
第 23 図 (b)



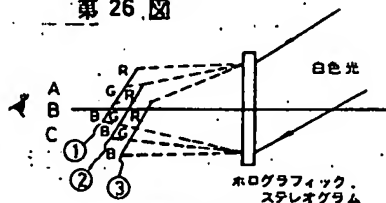
第 23 図 (c)



第 24 図



第 26 図



第 27 図

手続補正書

平成 2.5.29 日

特許庁長官 吉田文毅 殿

1. 事件の表示

特願平2-82269号

2. 発明の名称

フルカラー色素ホログラム

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

(319) 凸版印刷株式会社

4. 代理人

東京都千代田区蔵が岡3丁目7番2号

〒100 電話 03(502)3181 (大代表)

(5847) 弁理士 鈴江武彦

5. 自発補正

6. 補正の対象

明細書、図面

7. 補正の内容

(1) 明細書全文を別紙の通り訂正する。

(2) 図面第26図および第27図をそれぞれ別紙の通り訂正する。



明 細 書

1. 発明の名称

フルカラー色素ホログラム

2. 特許請求の範囲

青光感光でイエロー色素を形成する第1の記録層と、緑光感光でマゼンタ色素を形成する第2の記録層と、赤光感光でシアジ色素を形成する第3の記録層とを積層したホログラム記録媒体から成ることを特徴とするフルカラー色素ホログラム。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は赤(R)、緑(G)、青(B)の各成分によって色再現に寄与する再生波長を広げられ、かつ縦方向の視域を広げ得るようにしたフルカラー色素ホログラムに関するものである。

〔従来の技術〕

ホログラムの被写体としてスリッド状のカラーチャート(以下、スリット像と称する)を用い、これをホログラム化して白色光で再生すると、第26図に示すようにスリット像の可視光全域の一

クトルをそれぞれ示している。

白色光再生でのホログラムのフルカラー化は、上記スリット像のスペクトル結像位置のずれを利用している。すなわち、第27図のB点のように、青(B)情報を再現するBスペクトルのスリット像と、緑(G)情報を再現するGスペクトルのスリット像と、赤(R)情報を再現するRスペクトルのスリット像とを重ね合わせて、R、G、Bの加法混色によって適正な色再現が行なわれ、フルカラー化ができる。なお、ホログラム記録材料としては、銀塩、あるいはフォトレジスト材料を用いている。

〔発明が解決しようとする課題〕

ところで、このようなホログラム記録材料として、上述のような銀塩、あるいはフォトレジスト材料等の材料を用いると、白色光再生した際に、全可視波長域の光が回折に寄与するため、再生されるスリット像が第27図に示したように、一連のスペクトルとして結像される。このため、次のような問題が生じる。

連のスペクトルが結像する。

一方、白色光によってホログラムをフルカラーとするには、青(B)情報を含んだホログラム、緑(G)情報を含んだホログラム、赤(R)情報を含んだホログラムの順で、空間周波数を高くしておく。このようにしておくと、白色光再生の際に、空間周波数の高い色情報を含んだホログラムほど回折角が大きく、空間周波数の低い色情報を含んだホログラムほど回折角が小さいために、各色情報を含んだホログラムより再生されるスリット像のスペクトルは、それぞれ全て縦の視域方向にずれて結像される。従って、赤(R)情報を含んだホログラム、緑(G)情報を含んだホログラム、青(B)情報を含んだホログラムより再生されるスリット像のスペクトル結像位置は、第27図に示すようになる。第27図において、①は青(B)情報を含んだホログラムの再生スリット像のスペクトル、②は緑(G)情報を含んだホログラムの再生スリット像のスペクトル、③は赤(R)情報を含んだホログラムの再生スリット像のスペ

(a) 再生波長のスペクトル幅が大きいことによって生じる再生像のボケを小さくするために、レインボウタイプの場合、スリットで縦方向の視域を狭くしていることから、正しく色再現される縦方向(スリットと直交する方向)の視域範囲が狭くなる。

(b) レインボウタイプの場合、目の位置を第27図のB点から僅かにずらただけで、再生像の色再現がバラバラになってしまう。

(c) 色再現に寄与する再生波長域が狭い(第25図のホログラム全て)

本発明は上記のような問題点を解決するためになされたもので、その目的はレインボウタイプのホログラムに関して、正しく色再現される縦方向(スリットと直交する方向)の視域範囲を広くできると共に、振幅型かつ透過型の全てのホログラムに関して色再現に寄与する再生波長域を広くとることができ、しかも目の位置を僅かにずらしても再生像の色再現が極めて良好なより天然色に近いフルカラー色素ホログラムを提供することにある。

る。

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明のフルカラー色素ホログラムは、青光感光でイエロー色素を形成する第1の記録層と、緑光感光でマゼンタ色素を形成する第2の記録層と、赤光感光でシアン色素を形成する第3の記録層とを積層したホログラム記録媒体から構成している。

【作用】

従って、本発明のフルカラー色素ホログラムにおいては、カラー画像の青成分がイエローに、緑成分がマゼンタに、赤成分がシアンにそれぞれ発色することにより、レインボウタイプに関しては、正しく色再現される縦方向（スリットと直交する方向）の視域範囲を広くすることができ、また目の位置を僅かにずらしても再生像の色再現が極めて良好なものとなる。さらに、縦幅型かつ透過型の全てのホログラムに関して色再現に寄与する再生波長域を広くとることができる。

光層となっている。また、その下のオルソ乳剤は、400～600nmに感光波長域を有しているが、Yフィルター層によって400～500nm波長域が吸収されるので、感光波長域が500～600nmとなり、G光感光層となる。さらに、最下部のバンクロ乳剤は、400～500nm及び600～700nmに感光波長域を有しているが、オルソ乳剤と同様にYフィルター層によって400～500nm波長域が吸収され、結果として600～700nmに感光波長域を有するR感光層となっている。

一方、現像後の各乳剤層の発色は、第7図に示すようになっている。第7図において、B光感光層であるレギュラー乳剤層は、添加されているY発色カプラーの動きにより、B光の補色であるYに発色をする。また、G光感光層であるオルソ乳剤層は、添加されているM発色カプラーの動きにより、G光の補色であるMに発色する。さらに、R光感光層であるバンクロ乳剤層は、C発色カプラーの動きにより、R光の補色であるCに発色す

【実施例】

まず、本発明の考え方について説明する。

第5図は、本発明によるフルカラー色素ホログラムを得るための記録媒体の構成例を示す断面図である。本記録媒体の構成は、従来のカラーフィルムと同様な多層乳剤塗布による三層乳剤構成になっており、ベース（基板）30の上に、バンクロタイプの銀塩乳剤31、その上にオルソタイプの銀塩乳剤32、次に黄色のコロイド銀フィルター層33、そして最上部にレギュラータイプの銀塩乳剤34が塗布されている。これらの乳剤は、ゼラチン中に超微粒子タイプのハロゲン化銀結晶を分散させたホログラム記録可能な銀塩乳剤である。また、色素干渉縞を形成させるために、バンクロ乳剤にはC発色カプラーを、オルソ乳剤にはM発色カプラーを、レギュラー乳剤にはY発色カプラーを、それぞれ添加しておく。各乳剤の感光波長は、第6図に示すようになっている。第6図において、最上部のレギュラー乳剤の感光波長域は400～500nmであり、B感

る。

次に、以上のような構成を有するフルカラー色素ホログラム用記録媒体（以下、乾板と称する）を用いて、色彩を有する被写体のホログラムの作製を実施する。この場合、被写体としては、第8図に示すようなカラーチャートを用いる。

まず、レーザー再生のみで再生像が得られるフレネル型ホログラムについて記述する。ホログラム記録光学系を第9図に示す。第9図において、記録用の光源としては、第10図に示すようにR、G、B各波長領域に1つずつ発振スペクトルを有するような白色レーザー35を用いる。この白色レーザー35から出たR、G、B各ビームは、まずビームスプリッター（BS）36により2つのビームにそれぞれ分けられる。そして、一方のビームは、ビームスプリッター36およびミラー37で曲げられ、対物レンズ38、ピンホール39に入って球面光波となり、コリメーターレンズ（CL）40にて平行光波に変換され、参照光となる。また、他方のビームは、ビームスプリッ

ター36を通過後、ミラー41で曲げられ、対物レンズ42、ピンホール43に入って球面光波となり、被写体であるカラーチャート44を通過して、物体光となる。そして、この物体光と上記参照光とを乾板45に照明することにより、その時生じる干渉縞を記録してフレネル型ホログラムを得る。この際、各R、G、B光波は、同じ波長同士の物体光と参照光のみが干渉し合って干渉縞を形成する。すなわち、B光波はB光波と、G光波はG光波と、R光波はR光波とにより、それぞれ干渉縞を形成するものである。

次に、第11図は、上述の光学系で被写体であるカラーチャート44のホログラムを撮影した際、R、G、B各光波により生じた干渉縞が、どのようにして乾板45に記録されているのかを示すものである。第11図(a)に示すようにカラーチャートは、広げられた白色レーザー光波の照明により、まずR成分の色情報だけを有するR成分像、G成分の色情報だけを有するG成分像、およびB成分の色情報だけを有するB成分像の各物体光波

(R、G、B3色分解された各物体光波)に変換される。白色レーザー光波をカラーチャートに照明することにより変換されたR、G、B各物体光波は、同じ波長のR、G、B各参照光波とで干渉縞を形成して、その干渉縞を第11図(b)に示すように乾板の各乳剤層に記録する。すなわち、第7図に示したような構成になっている乾板の、B光感光層であるレギュラー乳剤層には、B光成分の物体光波と参照光波による干渉縞が記録され、G光感光層であるオルソ乳剤層には、G光成分の物体光波と参照光波による干渉縞が記録され、R光感光層であるバンクロ乳剤層には、R光成分の物体光波と参照光波による干渉縞が記録されるものである。そして、この時の干渉縞の記録は、干渉縞の光強度に応じたハロゲン化銀画像の潜像という形で記録されている。なお、第11図(b)において、①はレギュラー乳剤層に記録されたB成分像ホログラムの干渉縞の潜像、②はイエローコロイド銀フィルター層、③はオルソ乳剤層に記録されたG成分像ホログラムの干渉縞の潜像、

④はバンクロ乳剤層に記録されたR成分像ホログラムの干渉縞の潜像をそれぞれ示している。

次に、上述したような形で各乳剤層に干渉縞を記録したカラーチャートのホログラムに対して、免色現像、漂白、定着処理を行なうことにより、各乳剤層に干渉縞を記録した記録波長の色に対して補色となる色素の干渉縞を形成する。第12図は、各乳剤層に形成された色素干渉縞の免色を示すものである。ここで、色素干渉縞形成のプロセスについて述べる。まず、乳剤層への干渉縞の記録は、上述したように干渉縞の光強度の強い部分には、ハロゲン化銀画像の潜像が形成され、光強度の弱い部分には潜像は形成されない。そして、このような形で記録されている干渉縞を免色現像すると、潜像を形成しているハロゲン化銀が免色現像主薬の還元作用によって還元され、黒化銀画像に変換される。すなわち、光強度の強い部分には、黒化銀画像ができるわけである。これに対して、光強度の弱い部分には、潜像が形成されていないため、その部分はハロゲン化銀のままである。

また、潜像を形成しているハロゲン化銀を還元した免色現像主薬自身は、免色現像主薬酸化物となる。そして、この酸化物が潜像を形成しているハロゲン化銀の周囲にあるカプラーと反応して色素となり、ハロゲン化銀の色素像を作り、色素画像を形成する。以上のような一連の反応により、結果として干渉縞の光強度の強い部分に色素が形成され、弱い部分には形成されないことになる。そして、免色現像処理により、潜像を形成していたハロゲン化銀画像の部分に色素を形成した後、漂白、定着処理を行なうことにより、色素画像中にできた黒化銀画像を除去するのである。以上が、色素干渉縞形成のプロセスである。なお、第12図において、①はレギュラー乳剤層に記録されたB成分像ホログラムの干渉縞(イエロー免色)、②はオルソ乳剤層に記録されたG成分像ホログラムの干渉縞(マゼンタ免色)、③はバンクロ乳剤層に記録されたR成分像ホログラムの干渉縞(シアン免色)をそれぞれ示している。

さて次に、このようにして得られた干渉縞が色

素で形成されているカラーチャートのホログラム（以後、色素ホログラムと記す）を、記録用レーザーと同じ白色レーザーで再生し、再生像を得ることを考える。まず、再生像を得るための照明の仕方を第13図に示す。なお、図中46はベース、47は色素干渉縞、記録乳剤層である。図示のように、照明はホログラム記録時に用いた参照光波面を照明光として同じ方向から照明することにより行なう。この照明光の光波が色素ホログラムに入射すると、色素ホログラムの各層に記録されている色素干渉縞は、色素の色と補色の関係にある波長域の光を吸収して（いわゆる振幅型ホログラムにあたる）、その波長域の光に対して回折現象を引き起こし、結果としてその波長域の光による再生像が再現され、再生像の色はその波長域の光の色に対応することになる。すなわち、第14図に示すように、色素ホログラムの各層に記録されている色素干渉縞の色素の色に対して、補色の色で再生像が得られるわけである。第14図において、①部では色素の補色光が吸収され、②部では

全ての光が通過し、③部では色素・補色光以外の光が通過する。

以上の関係を色素ホログラムの各層に対応させると、第15図(a)～(c)に示すようになる。レギュラー乳剤層に記録されたY発色色素干渉縞は、補色であるB成分の波長域の光を回折させ、B色の再生像が得られる（同図(a)）。また、レギュラー乳剤層には、第12図に示したようにカラーチャートのB成分像のホログラムを記録してあるので、以上のことより結果として、カラーチャートのB成分像がB色で色再現された再生像を得ることが出来る。同様にオルソ乳剤層では、M発色色素干渉縞によって、記録されたG成分像がG色で色再現された再生像（同図(b)）、さらにバンク乳剤層では、C発色色素干渉縞によって、記録されたR成分像がR色で色再現された再生像（同図(c)）を、それぞれ得ることができる。従って、これら各層より構成されている色素ホログラムを第13図に示した照明下で観察すると、第16図に示すようにオリジナルのカラ

ーチャート原画の色を忠実に色再現した再生像を得ることができるのである。

以上、レーザー再生のみにより再生像の得られる代表的なホログラムとしてフレネル型ホログラムを取り上げ、このホログラムを色素ホログラム化することによってフルカラー化が実現できることを述べてきたが、この他に色素ホログラム化することによってフルカラー化ができるレーザー再生型のホログラムとしては、第17図(a)に示すようなフーリエ変換型ホログラム、第17図(b)に示すようなフラウンホーファー型ホログラム、第17図(c)に示すようなレンズレスフーリエ変換型ホログラム、およびフレネル型のホログラフィックステレオグラムがある。なお、第17図において、48は色彩を有する物体、49はレンズ、50は乾板、51はピンホールをそれぞれ示している。

次に、白色光再生で再生像の得られる代表的なホログラムである透過型のイメージ型ホログラムについて述べる。なお、イメージ型ホログラ

ムには、レンズを用いた1stepタイプのレンズ結像型と、フレネル型ホログラムを用いた2stepタイプのホログラフィック結像型とがあるが、ここではホログラフィック結像型について述べる。

第18図は、上記タイプのイメージ型ホログラムの記録光学系を示すものである。第18図において、光源としては、第9図に示したR、G、B各波長領域に発振スペクトルを有する白色レーザーと同じものを用いる。本記録光学系によりイメージ型ホログラムを得るためには、まず白色レーザー52から出たR、G、B各ビームを、ビームスプリッター53により2つのビームに分ける。そして、一方のビームは、ビームスプリッター53およびミラー54で曲げ、対物レンズ55とピンホール56とにより球面光波とし、コリメーターレンズ57により平行光波に変換する。そして、光学系にセットした第16図に示したようなカラーチャートの色素ホログラムを、この平行光波で実像再生の方向、すなわち第16図のホログ

ラムを得るために用いた参照光波と共役な関係となる方向から照明し、その照明光波によりR、G、B各光波混合からなるフルカラーのカラーチャートの実像を乾板58に結像させる。また、もう一方のビームは、ビームスプリッター53の通過後、ミラー59で曲げ、対物レンズ60とピンホール61とにより球面光波とし、参照光にする。そして、このようにして得たフルカラーのカラーチャートの実像と参照光とを乾板58上で干渉させ、その際生じる干渉縞を記録することによってイメージ型ホログラムが得られる。この場合、R、G、B各光波により生じる干渉縞は、フレネル型ホログラムのところで記述したように、乾板の各乳剤層にそれぞれ記録されている。このようにして、イメージ型ホログラムとして記録した色素ホログラムを、第19図に示すように記録時の参照光と反対の方向から白色光を照明して、その照明下で観察すると、第15図にて説明したような理由により、結果としてオリジナルのカラーチャートの色を忠実に色再現したイメージタイプのフルカラー

再生像を得ることができる。

以上、白色光再生タイプの代表的なホログラムとしてイメージ型ホログラムを取り上げ、このホログラムを色素ホログラム化することによってフルカラー化ができることを述べたが、この他に色素ホログラム化することによってフルカラー化が実現できる白色光再生可能なホログラムとしては、2つのホログラムがある。

まず、その一つは、レインボウホログラムである。このレインボウホログラムは、イメージ型ホログラムの一種であり、3次元の立体像を乾板上に結像させて得たホログラムを再生する際に生ずる乾板面より離れた像点のボケを小さくするために、イメージ型ホログラムの作製光学系のフレネル型ホログラムと乾板との間（レンズ結像の場合は、被写体とレンズとの間）に、スリットを入れていることが特徴である。

第20図は、このレインボウホログラムを得るための光学系を示すものである。なお、干渉縞の形成の仕方、および各R、G、B光波による干渉

縞の乾板への記録のさせ方等については、前述したフレネル型およびイメージ型と同様であるので省略する。いま、第20図に示す光学系を用いてレインボウホログラムとして記録した色素ホログラムを、第21図に示すように記録時の参照光と反対の方向から白色光を照明して再生像を得ることを考える。前述したように、回折に寄与する光の波長域は色素干渉縞の色素の補色に対応する波長域の光であることを述べた。従って、400nm～700nmまでの連続のスペクトルを有する白色光を、C、M、Y発色の色素干渉縞に入射させると、第22図に示すようにそれらの補色となる波長域のスペクトルが回折に寄与することになる。このため、第23図(a)～(c)に示すようにレインボウタイプの色素ホログラムに白色光を入射させると、レギュラー乳剤層に記録されたY発色色素干渉縞では、補色のB成分波長域の光(400nm～500nm)を回折して、400～500nmにかけてのスリット像のスペクトルが生じる。同様に、オルソ乳剤層に記録さ

れたM発色色素干渉縞では、補色のG成分波長域の光(500～600nm)を回折して、500～600nmにかけてのスリット像のスペクトルが生じ、さらにバンク乳剤層に記録されたC発色色素干渉縞では、補色のR成分波長域の光(600～700nm)を回折して、600～700nmにかけてスリット像が生じる。従って、レインボウタイプの色素ホログラムを第21図に示したような照明下で観察すると、第24図に示したように上記のB波長域のスリット像のスペクトルと、G波長域のスリット像のスペクトルと、R波長域のスリット像のスペクトルとが重なり合ったスリット像のスペクトル開口を通して観察することになるため、物体の色彩を忠実に色再現した再生像を得ることができる。

次に、もう一つは、ホログラフィックステレオグラムである。このホログラフィックステレオグラムは、白色再生のホログラムとして、イメージ型とレインボウタイプとの2つのタイプがある。

これら2つのタイプのホログラフィックステレ

オグラムは、上述のレインボウホログラムで述べた回折現象と同様な回折現象を引き起こし、結果として物体の色彩を忠実に色再現した再生像を得ることができる。

以下、上記のような考え方に基づいた本発明の一実施例について、図面を参照して詳細に説明する。なおここでは、白色光再生でフルカラー化できるレインボウタイプの色素ホログラムを例として述べる。

第1図は、本発明によるフルネル型色素ホログラムにおけるレインボウタイプ色素ホログラム記録材として用いる乾板の構成例を示す断面図である。第1図に示すように、本乾板0は、超マイクロカラー写真フィルムに用いられている三層乳剤構成をガラス基板上に形成したものであり、ガラス基板1の上に、下引層2、ハレーション防止層3、中間層4を介してパンクロタイプの銀塩乳剤5、その上に中間層4を介してオルソタイプ銀塩乳剤6、その上に中間層4を介して黄色コロイド銀フィルター層7、そして最上部にレギュラー

タイプ銀塩乳剤8、その上に保護層9がそれぞれ塗布されている。

この乾板0は、超マイクロ写真用の銀塩乳剤、すなわちゼラチン中に超微粒子タイプのハロゲン化銀結晶を分散させた銀塩乳剤を用いているため、1000~2000 μ m/mmの解像力を有し、透過型のホログラムを記録できる乾板である。また、上記の各乳剤層に色素干渉縞を形成できるように、パンクロ乳剤層には、シアン染色カプラーとして、フェノール誘導体あるいはナフトール誘導体を添加しており、オルソ乳剤層には、マゼンタ染色カプラーとして、ピラゾロン誘導体を添加しており、レギュラー乳剤層には、イエロー染色カプラーとして、ベンゾイル、アセトアニライド誘導体、あるいはビパロイルアセトアニライド誘導体を添加してある。

さて、以上のような構成の乾板0を用いて、まず第2図に示すようなフレネルホログラム作製光学系で、フレネル型の色素ホログラムの作製を実施した。この場合、作製用の光源としては、白

色レーザー10であるHe-Neレーザーを用い、使用したレーザー光の波長は、赤用としては636.6nm、緑用としては537.8nm、青用としては441.6nmである。なお、本例では白色レーザーを用いているが、この他に赤用としてHe-Neレーザーの632.8nmの光と、緑用、青用としてArレーザーの514.5nm、488nmの光を組み合わせた光源、あるいは緑用、青用としてArレーザーの528.7nm、457.9nmの光と、赤用としてKrレーザーの647.1nmの光を組み合わせた光源を用いてもよい。

フルカラーフレネル型ホログラムの作製の方法としては、まず第2図に示すように、白色レーザー10からのビームをビームスプリッター11により2つに分ける。そして、一方のビームは、ミラー12、ミラー13、対物レンズ14A、ピンホール14Bにより拡げて、色彩を有する物体15に照明することによって物体光を得る。また、もう一方のビームは、ミラー16、対物レンズ17A、ピンホール17B、コリメーターレンズ

18により拡げて平行光の参照光を得る。そして、こうして得られた物体光と参照光とを乾板0上で重ねて干渉させ、その時できる干渉縞を乾板0に記録する。このようにして、色彩を有する物体15のR、G、B各成分のホログラム(干渉縞)を各乳剤層に記録した乾板を、次に染色現像液にて現像処理し、この処理において染色現像主薬で露光済みのハロゲン化銀を還元して黒化銀に変換すると共に、その際に生じた染色現像主薬の酸化物と各乳剤中のカプラーをカップリング反応させて色素を形成させる。この場合、染色現像主薬としては、パラフェニレンジアミン系の染色現像主薬を用い、また上記の反応によりレギュラー乳剤層にはイエロー色のアゾメチン色素、オルソ乳剤層にはマゼンタ色のアゾメチン色素、さらにパンクロ乳剤層にはシアン色のインドラニリン色素をそれぞれ形成させる。以上のように、染色現像処理をして黒化銀と色素で画像化された干渉縞を有する乾板0を、その後定着処理し、そして最後に漂白、定着処理にて黒化銀を脱銀することにより、

各乳剤層に色素のみの干渉縞だけを有するフレネル型の色素ホログラムを得る。

次に、以上のようなプロセスによって得たフレネル型の色素ホログラムを、第3図に示すようなレインボウホログラム作製光学系に、第2図の参照光と反対の方向から再生光が入射するように、すなわち実像再生可能な方向から再生光が入射するようにしてセットし、レインボウタイプの色素ホログラムの作製を実施した。この場合、使用光源としては、前述のHe-Neレーザーであり、また仕様したレーザー光の波長も同じである。レインボウタイプの色素ホログラムの作製方法としては、まず第3図に示した光学系により、白色レーザー1.9からのビームをビームスプリッター2.0により2つに分ける。そして、一方のビームは、ミラー2.1、対物レンズ2.2A、ピンホール2.2B、コリメーターレンズ2.3により拡げて平行光とし、フレネル型の色素ホログラム2.4に照明して実像再生光を発生させて、フルカラーで色彩を有する物体の実像を乾板0上に結像させる。

と、フルカラーで色彩を有する物体の3次元像を観察でき、かつ目を縦方向にずらしても色ずれのない良好な色再現を実現することができ、また色再現に寄与する再生波長域が広がったので、より天然色に近い色再現を実現することができ、さらに縦方向（スリットと直交方向）の視域を従来よりも広くとったにもかかわらず、ボケの無い良好な再生像を得ることができる。なお、第4図において、1はガラス基板、2.7は色素干渉縞・記録乳剤層をそれぞれ示している。

上述したように、本実施例のレインボウタイプのフルカラー色素ホログラムにおいては、カラー画像のB成分がイエローYに、G成分がマゼンタMに、R成分がシアンCにそれぞれ発色することにより、正しく色再現される縦方向（スリットと直交する方向）の視域範囲を広くすることが可能となり、色再現に寄与する再生波長域を広く取ることが可能となる。また、目の位置を僅かにずらしても、従来のように再生像の色表現がバラバラになるようなことがなく、再生像の色再現を極め

この際、フレネル型の色素ホログラムの前面のスリット2.4aの幅は、従来の場合の3倍の幅を取り、縦方向の視域の拡大を行なった。また、もう一方のビームは、ミラー2.5、対物レンズ2.6A、ピンホール2.6Bにより拡げて、それを参照光とする。そして、このようにして得られた実像再生光と参照光とを乾板0上で重ねて干渉させ、その時できる干渉縞を乾板2.0に記録する。

以上のようにして、色彩を有する物体の実像のR、G、B各成分を、参照光との干渉によりホログラム（干渉縞）の型にして各乳剤層に記録した乾板0を、その後前述したフレネル型の色素ホログラムと同様な発色現像処理、定着処理、漂白定着処理を行なうことにより、最終的に各乳剤層に色素のみの干渉縞だけを有するレインボウタイプの色素ホログラムを得る。

以上のようにして、最終的に作製されたレインボウタイプのフルカラー色素ホログラムを、第4図に示すように第3図の参照光の照明方向と反対の方向から照明光を入射させた照明下で観察する

て良好に行なうことが可能となる。さらに、白色レーザーを使用し、かつ記録材料としてR、G、Bの三層構造のものを用いているので、一回の露光でフルカラーホログラムを作成することができ、もって作業性を著しく向上することが可能となる。

尚、本発明のホログラム記録媒体を用いてフルカラー化できるホログラムとしては、第25図に示すようなホログラムを適用することが可能である。

〔発明の効果〕

以上説明したように本発明によれば、青光感光でイエロー色素を形成する第1の記録層と、緑光感光でマゼンタ色素を形成する第2の記録層と、赤光感光でシアン色素を形成する第3の記録層とを積層したホログラム記録媒体から構成したので、レインボウタイプに関して、正しく色再現される縦方向（スリットと直交する方向）の視域範囲を広くできると共に、振幅型かつ透過型の全てのホログラムに関して色再現に寄与する再生波長域を広くとることができ、しかも目の位置を僅かにず

らしても再生像の色再現が極めて良好なより天然色に近いフルカラー色素ホログラムが提供できる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明によるフルネル型色素ホログラムにおけるレインボウタイプ色素ホログラム記録材として用いる乾板の構成例を示す断面図、第2図はフレネルホログラム作製光学系を示す図、第3図はレインボウホログラム作製光学系を示す図、第4図はレインボウタイプのフルカラー色素ホログラムの3次元像を得るための白色光の入射方向を示す図、第5図は本発明によるフルカラー色素ホログラムを得るための記録媒体の構成例を示す断面図、第6図は第5図における各乳剤の感光波長を示す図、第7図は現象後の各乳剤層の発色状態を示す図、第8図は被写体であるカラーチャートを示す図、第9図はホログラム記録光学系を示す図、第10図は第9図における白色レーザーの発振スペクトルを示す図、第11図は干渉縞が乾板に記録される状態を示す図、第12図は各乳剤層に形成された色素干渉縞の発色を示す図、

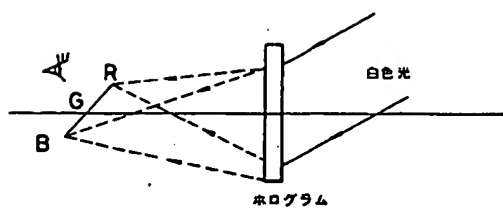
り合ったスリット像を示す図、第25図は本発明のホログラム記録媒体を用いてフルカラー化できるホログラムの例を示す図、第26図はスリット像の可視光全域の一連のスペクトルが結像する状態を示す図、第27図はR、G、Bの各情報を含んだホログラムより再生されるスリット像のスペクトル結像位置を示す図である。

0…乾板、1…ガラス基板、2…下引層、3…ハレーション防止層、4…中間層、5…バנקロタイプの銀塩乳剤、6…オルソタイプの銀塩乳剤、7…黄色コロイド銀フィルター層、8…レギュラータイプの銀塩乳剤、9…保護層、10…白色レーザー、11…ビームスプリッター、12…ミラー、13…ミラー、14A…対物レンズ、14B…ピンホール、15…色彩を有する物体、16…ミラー、17A…対物レンズ、17B…ピンホール、18…コリメーターレンズ、19…白色レーザー、20…ビームスプリッター、21…ミラー、22A…対物レンズ、22B…ピンホール、23…コリメーターレンズ、

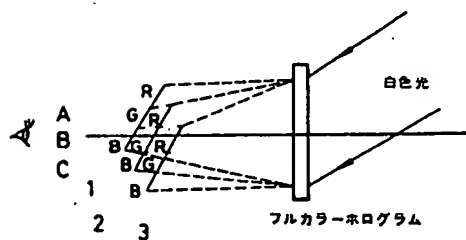
第13図は再生像を得るための照明方法を示す図、第14図は色素ホログラムにおける再生像生成メカニズムを示す図、第15図は色素ホログラムの各層に記録されている色素干渉縞の色素の色と補色光との回折現象の関係を示す図、第16図はオリジナルのカラーチャート原面の任意の色を忠実に色再現した再生像を示す図、第17図は色素ホログラム化することによってフルカラー化ができるレーザー再生型のホログラムのタイプを示す図、第18図は第17図におけるタイプのうちイメージ型ホログラムの記録光学系を示す図、第19図はフルカラー再生像を得るための照明方法を示す図、第20図はレインボウホログラムを得るための光学系を示す図、第21図は再生像を得るための照明方法を示す図、第22図は補色となる波長域のスペクトルが回折に寄与することを示す図、第23図はレインボウタイプの色素ホログラムに白色光を入射させた場合に生じるスリット像のスペクトルを示す図、第24図はB波長域、G波長域、R波長域の各スリット像のスペクトルが重な

24…フレネル型ホログラム、25…ミラー、26A…対物レンズ、26B…ピンホール、27…色素干渉縞・記録乳剤層、30…ベース（基板）、31…バנקロタイプの銀塩乳剤、32…オルソタイプの銀塩乳剤、33…黄色のコロイド銀フィルター層、34…レギュラータイプの銀塩乳剤、35…白色レーザー、36…ビームスプリッター（BS）、37…ミラー、38…対物レンズ、39…ピンホール、40…コリメーターレンズ（CL）、41…ミラー、42…対物レンズ、43…ピンホール、44…カラーチャート、45…乾板、46…ベース、47…色素干渉縞・記録乳剤層、48…色彩を有する物体、49…レンズ、50…乾板、51…ピンホール、52…白色レーザー、53…ビームスプリッター、54…ミラー、55…対物レンズ、56…ピンホール、57…コリメーターレンズ、58…乾板、59…ミラー、60…対物レンズ、61…ピンホール。

出願人代理人 弁理士 鈴江武彦



第26図



第27図

PTO 96-4664

Japanese Kokai Patent Application
No. Hei 3[1991]-280078

FULL COLOR DYE HOLOGRAM

Masaharu Kubota, et al.

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE
WASHINGTON, D.C. JULY 24, 1996
TRANSLATED BY THE RALPH MCELROY TRANSLATION COMPANY

Code: PTO 96-4664

JAPANESE PATENT OFFICE
PATENT JOURNAL
KOKAI PATENT APPLICATION NO. HEI 3[1991]-280078

Int. Cl.⁵: G 03 H 1/26
Sequence Nos. for Office Use: 8106-2H
Application No.: Hei 2[1990]-82269
Application Date: March 29, 1990
Publication Date: December 11, 1991
No. of Inventions: 1 (Total of 23 pages)
Examination Request: Not requested

FULL COLOR DYE HOLOGRAM

[Furukara shikiso horoguramu]

Inventors: Masaharu Kubota, et al.
Applicant: Toppan Printing Co., Ltd.

[Attached amendments have been incorporated into text of translation.]

Claim

/15*

A type of full color dye hologram characterized by the fact that the full color dye hologram is made of a hologram-recording medium as a laminate of the following recording layers: a first recording layer which is blue photosensitive and forms yellow dye, a second recording layer which is green photosensitive and forms magenta dye, and a third recording layer which is red photosensitive and forms cyan dye.

Detailed explanation of the invention

Industrial application field

This invention pertains to a type of full color dye hologram, which makes use of red (R), green (G) and blue (B) components to expand the reproduction wavelength range that contributes to the color reproduction and to expand the visual field in the longitudinal direction.

Prior arts

When a slit-like color chart (referred to as slit image hereinafter) is used as the object of a hologram, as the hologram is reproduced under white light, a series of spectral images of the slit image in the entire visible spectrum are formed as shown in Figure 26.

* [Numbers in the margin indicate pagination in the foreign text.]

On the other hand, in order to realize full color for the hologram under white light, the spatial frequency is increased in the order of a hologram containing blue (B) information, a hologram containing green (G) information, and a hologram containing red (R) information. For this configuration, when reproduction is performed using white light, for the hologram containing color information with a higher spatial frequency, the diffraction angle is larger. On the other hand, for the hologram containing color information with a lower spatial frequency, the diffraction angle is smaller. Consequently, the spectra of the slit images reproduced by the holograms containing various color information are imaged with deviation in the longitudinal visual field direction. Consequently, the spectral imaging positions of the slit images reproduced from the hologram containing the red (R) information, the hologram containing the green (G) information, and the hologram containing the blue (B) information become what shown in Figure 27. In Figure 27, ① represents the spectrum of the reproduced slit image of the hologram containing blue (B) information; ② represents the spectrum of the reproduced slit image of the hologram containing green (G) information, and ③ represents the spectrum of the reproduced slit image of the hologram containing red (R) information.

In order to realize full color hologram by reproduction using white light, deviation among the spectral imaging positions of the aforementioned slit images is exploited. That is, full color can be realized by overlapping the slit image of B spectrum that reproduces the blue (B) information, the slit image of the G spectrum that reproduces the green (G) information, and the slit image of the R spectrum that reproduces the red (R) information, and by performing adding color blending of R, G, and B, so as to

realize appropriate color reproduction. Also, as the hologram recording material, silver salt or photoresist material is used.

Problems to be solved by the invention

However, when the aforementioned silver salt or photoresist material is used as the aforementioned hologram recording material, and reproduction is performed using white light, as the light in the entire visible spectrum contributes to the diffraction, a series of slit images are formed, as shown in Figure 27. Consequently, the following problems take place.

(a) When the spectral width of the reproduction wavelength is increased, the reproduced image formed becomes less blurry. In order to realize this, in the case of a rainbow type, the visual field in the longitudinal direction becomes narrower for the slit. Consequently, the visual field range in the longitudinal direction that can realize correct color reproduction (the direction perpendicular to the slit) becomes narrower.

(b) In the case of rainbow type, when the position of eyes shifts only a little from point B shown in Figure 27, the color reproduction of the reproduced image becomes scattered.

(c) The reproduction wavelength region contributing to the color reproduction is narrow (all of the hologram shown in Figure 25).

The purpose of this invention is to solve the problems of the aforementioned conventional scheme by providing a type of full color dye hologram, which is of the rainbow type, allows expansion of the visual field range in the longitudinal direction that permits correct color reproduction (the direction

perpendicular to the slit), and allows expansion of the reproduction wavelength range contributing to the color reproduction for all of the holograms of the amplitude type and transmissive type, and which ensures excellent color reproduction similar to the natural color even when the position of eyes shifts a little.

Means for solving the problems

/16

In order to realize the aforementioned purpose, this invention provides a type of full color dye hologram characterized by the fact that the full color dye hologram is made of a hologram recording medium as a laminate of the following recording layers: a first recording layer which is blue photosensitive and forms yellow dye, a second recording layer which is green photosensitive and forms magenta dye, and a third recording layer which is red photosensitive and forms cyan dye.

Function

Consequently, for the full color dye hologram of this invention, by means of coloring the blue component of the color image to yellow, the green component to magenta, and the red component to cyan, it is possible to expand the visual field range in the longitudinal direction (the direction perpendicular to the slit) that allows correct color reproduction for the rainbow type. Also, excellent color reproduction can be realized even when the position of eyes shifts a little. Also, the full color dye hologram of this invention enables expansion of the reproduction wavelength region contributing to the color

reproduction pertaining to the entire hologram of the amplitude type or transmissive type.

Application Examples

First of all, the ideas of this invention will be explained.

Figure 5 is a cross-sectional view illustrating an example of configuration of the recording medium for forming the full color dye hologram of this invention. This recording medium has a 3-layer emulsion configuration formed by coating of plural layers of emulsion, just as in the case of the conventional color film. On base (substrate) (30), panchromic-type silver salt emulsion (31) is coated. On this layer, ortho-type silver salt emulsion (32) is coated. Then, yellow-colored colloidal silver filter layer (33) is coated. Finally, regular-type silver salt emulsion (34) is coated as the uppermost layer. These emulsions are silver salt emulsions which are prepared by dispersing ultrafine grains of silver halide in gelatin and allow hologram recording. Also, in order to form dye interference fringes C-coloring coupler is added into panchromic emulsion, M-coloring coupler is added into ortho emulsion, and Y-coloring coupler is added into the regular emulsion.

Figure 6 is a diagram illustrating the photosensitive wavelengths of the various types of emulsions. As shown in Figure 6, the photosensitive wavelength region for the uppermost regular emulsion is 400-500 nm, and it becomes B-photosensitive layer. Also, the ortho emulsion below it has a photosensitive wavelength region of 400-600 nm. However, as the wavelength band of 400-500 nm is absorbed by the Y-filter layer, the photosensitive wavelength region for the ortho emulsion becomes

500-600 nm, and it becomes G-light photosensitive layer. In addition, the lowest panchromatic emulsion has photosensitive wavelength regions of 400-500 nm and 600-700 nm. However, just as the ortho emulsion, as the wavelength band of 400-500 nm is absorbed by the Y-filter layer, this layer finally becomes R-photosensitive layer having a photosensitive region of 600-700 nm.

On the other hand, Figure 7 illustrates coloring of the various emulsion layers after development. As shown in Figure 7, due to action of the Y-coloring coupler added, the regular emulsion layer as B-light photosensitive layer is colored to Y, the complementary color of B-light. Due to action of the M-coloring coupler added, the ortho emulsion layer as the G-light photosensitive layer is colored to M, the complementary color of G-light. Also, due to action of the C-coloring coupler, the panchromatic emulsion layer as the R-light photosensitive layer is colored to C, the complementary color of R-light.

Then, the full color dye hologram recording medium with the aforementioned configuration (referred to as dry plate hereinafter) is used to form hologram of an object having colors. In this case, the color chart shown in Figure 8 is used as the object.

First of all, let's look at the Fresnel type hologram which can form the reproduction image by means of laser reproduction alone. Figure 9 is a diagram illustrating the hologram recording optical system. In Figure 9, as the light source for recording, a white-color laser (35) having an oscillation spectrum for each of wavelength regions R, G, and B is used. The beams of R, G and B, as shown in Figure 10 emitted from said white-color laser (35) is divided by beam splitter (BS) (36) to two beams. One of these

beams is bent by beam splitter (36) and mirror (37), and it then goes through objective lens (38) and is incident on pinhole (39) to become a spherical light wave, which is then converted to a parallel light beam by collimator lens (CL) (40). This parallel light beam is used as the reference beam. The other beam passes /17 through beam splitter (36), bent by mirror (41), and is incident on objective lens (42) and pinhole (43) to form a spherical light wave, which passes through color chart (44) as the object light. Then, the object light and the aforementioned reference light illuminate dry plate (45), and the interference fringes formed by them are recorded to form a Fresnel type hologram. In this case, for R, G and B light waves, interference can take place to form interference fringes only between the object light and the reference light at the same wavelength. That is, interference fringes can be formed only between B light and B light, or between G light and G light, or between R light and R light..

Then, Figure 11 is a diagram illustrating how the interference fringes formed by R, G and B light waves are recorded on dry plate (45) when the hologram of color chart (44) as the object is taken by the aforementioned optical system. As shown in Figure 11(a), under illumination of a spreading white-color laser beam, the color chart converts the light to the various object light waves of R-component image having R-component color information alone, G-component image having G-component color information alone, and B-component image having B-component color information alone (the object light waves decomposed to 3 colors of R, G, and B). As the color chart is illuminated by the white-color laser light beam, the converted object light waves R, G and B form interference fringes with the reference light waves R, G and B, respectively. As shown in

Figure 11(b), the interference fringes are recorded on the various emulsion layers of the dry plate. That is, for the dry plate with the configuration shown in Figure 7, the interference fringes formed between B-light component object light wave and reference light wave are recorded on the regular emulsion layer as the B-light photosensitive layer; the interference fringes formed between G-light component object light wave and reference light wave are recorded on the ortho emulsion layer as the G-light photosensitive layer; and the interference fringes formed between R-light component object light wave and reference light wave are recorded on the panchromatic emulsion layer as the R-light photosensitive layer. Recording of the interference fringes in this case is performed in the form of latent images of the silver halide image corresponding to the light intensity of the interference fringes. Also, in Figure 11(b), ① represents the latent image of the interference fringes of the B-component image hologram recorded on the regular emulsion layer, ② represents the yellow colloidal silver filter layer, ③ represents the latent image of the interference fringes of the G-component image hologram recorded on ortho emulsion layer, and ④ represents the latent image of the interference fringes of the R-component image hologram recorded on the panchromatic emulsion layer.

Then, for the hologram of the color chart with interference fringes recorded on the various emulsion layers in the aforementioned configuration, coloring development, bleaching, and fixing processing are performed. In this way, interference fringes of the dyes that become the complementary colors with respect to the colors of the recording wavelengths for recording the interference fringes on the various emulsion layers are

formed. Figure 12 is a diagram illustrating coloring of the dye interference fringes formed on the various emulsion layers. In the following, the process for forming the dye interference fringes will be explained. First of all, in recording of the interference fringes on the emulsion layers, as pointed out in the above, in the portion of the interference fringe with a higher light intensity, a latent image of the silver halide image is formed, while no latent image is formed in the portion where the light intensity is low. As the interference fringes recorded in this form are colored and developed, due to the reducing function of the coloring developing agent, the silver halide that forms the latent image is reduced and is converted to photographic silver image. That is, a photographic image is formed on the portion with a higher light density. On the other hand, on the portion with a low light intensity, as no latent image is formed there, the silver halide is left there unchanged. Also, the coloring development agent, which reduces silver halide forming the latent image, itself becomes coloring development agent oxide. The oxide reacts with the coupler in the periphery of silver halide forming the latent image to form dye, which generates dye cloud of silver halide, forming a dye image. Due to the series of reactions, dye is formed at the portion of the interference fringes with high light intensity, while no dye is formed at the portion of the interference fringes with low light intensity. Then, after formation of dye at the portion of the silver halide image forming the latent image due to coloring development processing, bleaching and fixing processing are performed to remove the photographic silver image formed in the dye image. The aforementioned process is the process of formation of dye interference fringes. Also, in Figure 12, ①

represents the interference fringes of the B-component image hologram recorded on the regular emulsion layer (yellow coloring); ② represents the interference fringes of the G-component image hologram recorded on the ortho emulsion layer (magenta coloring); and ③ represents the interference fringes of the R-component image hologram recorded on the panchromatic emulsion layer (cyan coloring).

Now, let's consider the case when the obtained interference fringes formed by dyes on the hologram of the color chart /18 (referred to as dye hologram hereinafter) is reproduced by a white-color laser of the same as that for recording to form a reproduced image. First of all, the configuration of the illumination system for forming the reproduced image is illustrated in Figure 13. Also, in the figure, (46) represents a base, while (47) represents dye interference fringe/recording emulsion layers. As shown in the figure, illumination is performed from the same direction, with the reference light wave plane used for hologram recording as the illuminating light. As the illuminating light wave is incident on the dye hologram, the dye interference fringes recorded on the various layers of the dye hologram absorb the light in the wavelength region as complementary colors for the colors of the dyes (corresponding to the so-called amplitude type hologram), leading to diffraction phenomenon with respect to light in this wavelength region. As a result, due to light in this wavelength region, the reproduced image is re-displayed, with colors of the reproduced image corresponding to the colors of the light in the wavelength region. That is, as shown in Figure 14, with respect to the colors of the dyes of the dye interference fringes recorded on the various layers of the dye hologram, the reproduced image is

formed by the colors as complementary colors. In Figure 14, in portion ①, the complementary color light of the dye is absorbed. In portion ②, all of the light passes. In portion ③, the light other than the dye/complementary color light passes through it.

The aforementioned relationship can be applied for the various layers of the dye hologram, as illustrated in Figure 15(a)-(c). The Y-coloring dye interference fringes recorded on the regular emulsion layer diffract the light in the wavelength region of B-component as a complementary color, forming a reproduced image of B-color (Figure 15(a)). Also, as shown in Figure 12, the hologram of the B-component image of the color chart is recorded on the regular emulsion layer. Consequently, the B-component image of the color chart is color-reproduced by B-color, forming a reproduced image. Similarly, in the ortho emulsion, due to the M-coloring dye interference fringes, the recorded G-component image is color-reproduced by G-color, forming a reproduced image (Figure 15(b)). Then, on the panchromatic emulsion layer, by means of the C-coloring dye interference fringes, the recorded R-component image is color-reproduced by R-color, forming a reproduced image (Figure 15(c)). Consequently, when dye hologram made of these layers is observed under illumination shown in Figure 13, it is possible to form a reproduced image with color reproduction in high fidelity to the colors of the original image of the color chart, as shown in Figure 16.

In the above, as a typical hologram for which the reproduced image can be formed only by means of laser reproduction, a Fresnel type hologram is discussed with its ability to realize full color reproduction by forming a dye hologram for this type of hologram. However, there are also other types of

laser-reproduction type holograms that allow full color reproduction by forming dye holograms, such as the Fourier transformation type hologram shown in Figure 17(a), the Fraunhofer type hologram shown in Figure 17(b), and lensless Fourier transformation type hologram shown in Figure 17(c), and the Fresnel type holographic stereogram. Also, in Figure 17, (48) represents an object with colors; (49) represents a lens; (50) represents a dry plate; and (51) represents a pinhole.

In the following, the transmissive type image-type hologram, a typical hologram for forming reproduced image by means of white light reproduction will be explained. Also, the types of the image-type holograms include 1-step type lens imaging type using a lens, and a 2-step type holographic imaging type using Fresnel type hologram. Here, we will discuss the holographic imaging type.

Figure 18 illustrates the recording optical system of the image-type hologram of the aforementioned type. In Figure 18, as the light source, a white-color laser of the same as that having oscillation spectra in the various wavelength regions of R, G and B shown in Figure 9 is used. In this recording optical system, in order to form the image type hologram, first of all, each of the various beams of R, G, B output from white-color laser (52) is divided to two beams by a beam divider (53). Then, one of these beams is bent by beam splitter (53) and mirror (54), and it then goes through objective lens (55) and is incident on pinhole (56) to become a spherical light wave, which is then converted to a parallel light beam by collimator lens (57). As shown in Figure 16, the dye hologram of the color chart set in the optical system is illuminated by the parallel light wave in the direction of the real image reproduction, that is, from the direction

having a conjugate relationship with respect to the reference light wave used for forming the hologram shown in Figure 16, /19 with a real image of the color chart with full color and made of a mixture of the various light waves of R, G, and B by the illuminating light wave is formed on dry plate (58). Also, the other beam passes through beam splitter (53), bent by mirror (59), and is incident on objective lens (60) and pinhole (61) to form a spherical light wave, which is used as the reference light. Due to interference between the real image of the color chart with full color obtained in the above and the reference light on dry plate (58), interference fringes are generated and recorded to form an image type hologram. In this case, as explained in the case of the Fresnel type hologram, the interference fringes formed by the light waves of R, G and B are recorded on the various emulsion layers of the dry plate, respectively. In this way, when the dye hologram recorded as an image type hologram is illuminated by white color from the direction opposite to that of the reference light in case of recording as shown in Figure 19, due to reasons explained with respect to Figure 15, when observation is made under illumination, the colors of the original color chart can be reproduced with a high fidelity, forming an image-type full color reproduced image.

In the above, we have discussed the image type hologram as a typical hologram of the white light reproduction type, and have pointed out that it is possible to form a full color hologram by forming a dye hologram. However, there are also other two types of holograms that allow reproduction by white light with full color realized by dye hologram.

First of all, there is the rainbow hologram. The rainbow hologram is an image type hologram characterized by the fact that, in order to reduce the blur of the image point at a distance from the surface of the dry plate when the hologram prepared by imaging a 3-dimensional stereo image on a dry plate is reproduced, a slit is inserted between the Fresnel type hologram of the image type hologram forming optical system and the dry plate (between the object and lens in the case of lens imaging).

Figure 20 is a diagram illustrating the optical system for forming the rainbow hologram. In this case, as the method for forming the interference fringes and the method for recording the interference fringes by R, G, and B light waves on the dry plate are identical to those of the aforementioned Fresnel type and image type, their explanation will be omitted. Now, let's consider the case when the dye hologram recorded as a rainbow hologram using the optical system shown in Figure 20 is illuminated by white light from the direction opposite to the reference light in recording as shown in Figure 21 to form a reproduced image. As pointed out in the above, the wavelength region of the light that contributes to diffraction is that of the light of the wavelength region corresponding to the complementary color of the dye of the dye interference fringes. Consequently, when white light having a continuous spectrum in the range of 400-700 nm is incident on the dye interference fringes of C, M and Y coloring, as shown in Figure 22, the spectra in the wavelength region as complementary colors to the aforementioned colors contribute to diffraction. Consequently, as shown in Figure 23(a)-(c), when the white light is incident on the dye hologram of the rainbow type, the light of the

complementary color's B-component wavelength region (400-500 nm) is diffracted by the Y-coloring dye interference fringes recorded on the regular emulsion layer, forming the spectrum of the slit image in 400-500 nm. Similarly, the light of the complementary color's G-component wavelength region (500-600 nm) is diffracted by the M-coloring dye interference fringes recorded on the ortho emulsion layer, forming the spectrum of the slit image in 500-600 nm. Also, the light of the complementary color's R-component wavelength region (600-700 nm) is diffracted by the C-coloring dye interference fringes recorded on the panchromatic emulsion layer, forming the spectrum of the slit image in 600-700 nm. Consequently, when the dye hologram of the rainbow type is observed under illumination shown in Figure 21, as shown in Figure 24, the spectrum of the slit image of the aforementioned B-wavelength region, the spectrum of the slit image of the aforementioned G-wavelength region, and the spectrum of the slit image of the aforementioned R-wavelength region are overlapped with each other as they pass through the spectral opening of the slit image for observation. Consequently, a reproduced image with color reproduction having a high fidelity with the colors of the object can be obtained.

Then, let's look at the other type, that is, the holographic stereogram. As hologram for white light reproduction, the holographic stereograms have two types, the image type and the rainbow type.

For these two types of holographic stereograms, the same /20 diffraction phenomenon as the diffraction phenomenon explained with respect to the rainbow hologram in the above is caused. As a result, it is possible to form a reproduced image with color reproduction in high fidelity to the colors of the object.

In the following, based on the aforementioned ideas, an application example of this invention will be explained in detail with reference to figures. In the application example, a dye hologram of the rainbow type that can realize full color reproduction under white light will be presented.

Figure 1 is a cross-sectional view illustrating an example of the configuration of the dry plate used as the rainbow type dye hologram in a Fresnel type dye hologram in this invention. As shown in Figure 1, this dry plate (0) has a configuration with three layers of emulsions for sub-micron color photographic film formed on a glass substrate. On glass substrate (1), the following layers are formed in order: primer layer (2), halation inhibiting layer (3), intermediate layer (4), panchromatic type silver salt emulsion [layer] (5), intermediate layer (4), ortho type silver salt emulsion (6), intermediate layer (4), yellow colloidal silver filter layer (7), regular type silver salt emulsion (8), and protective layer (9).

For said dry plate (0), the silver salt emulsion for submicron photography, that is, the silver salt emulsion prepared by dispersing silver halide crystals as submicron grains in gelatin is used. Consequently, it has a resolution in the range of 1000-2000 L, and it is a dry plate that can record transmissive type hologram. Also, in order to form dye interference fringes in the aforementioned emulsion layers, coloring couplers are added into the emulsion layers: phenol derivative or naphthol derivative is added as cyan coloring coupler is added into panchromatic emulsion layer; pyrozone derivative is added as magenta coloring coupler into the ortho emulsion layer; and benzoyl, acetanilide derivative, or

pivaloylacetanilide derivative is added as yellow coloring coupler into the regular emulsion layer.

Said dry plate (0) with the aforementioned configuration was used to form Fresnel type dye hologram using the Fresnel hologram manufacturing optical system shown in Figure 2. In this case, the light source used for manufacturing is He-Cd laser, a white-color laser (10), with wavelength of the laser beam of 636.6 nm for red use, 537.8 nm for green use, and 441.6 nm for blue use. In addition to the white-color laser used in this application example, it is also possible to make use of a combination of the light of He-Ne laser with wavelength of 632.8 nm for red use, and the light of Ar laser with wavelengths of 514.5 nm and 488 nm for green use and blue use, respectively, and it is possible to make use of a combination of the light of Ar laser with wavelengths of 528.7 nm and 457.9 nm for green use and blue use, and the light of Kr laser with wavelength of 647.1 nm for red use.

The following is an explanation of the method for forming the full color Fresnel type hologram. First of all, as shown in Figure 2, the beam from white-color laser (10) is divided to two beams by means of beam splitter (11). One of these beams is expanded by mirror (12), mirror (13), object lens (14A), and pinhole (14B), and it illuminates object (15) having colors, forming object light. Also, the other beam is expanded by mirror (16), object lens (17A), pinhole (17B), and collimator lens (18) to form a parallel light beam as the reference light. Then, the object light and reference light interfere with each other on dry plate (0), at that time the interference fringes, which were created, are stored on dry plate (0). The dry plate with holograms (interference fringes) of the various components R, G

and B of object (15) having colors recorded on the various emulsion layers is then subject to development processing by coloring developing solution. In this processing, the silver halide that has been exposed is reduced to photographic silver by the coloring developing agent, and, at the same time, the oxide of the coloring developing agent formed in this case makes coupling reaction with the coupler in each emulsion to form the dye. In this case, as the coloring developing agent, the paraphenylene diamine type coloring developing agent is used. Also, due to the aforementioned reaction, yellow-color azomethine dye is formed in the regular emulsion layer; magenta-color azomethine dye is formed in the ortho emulsion layer; and cyan-color indolaniline dye is formed in the panchromatic emulsion layer. As explained in the above, dry plate (0) has interference fringes of image formed by photographic silver and dyes after the coloring development processing. Then, dry plate (0) is subject to fixing processing. Finally, the dry plate is subject to bleaching and fixing processing to desorb the photographic silver, so that a Fresnel type dye hologram having /21 interference fringes made of dyes alone is formed.

Then, the Fresnel type dye hologram obtained in the aforementioned process was set in the rainbow hologram forming optical system shown in Figure 3 appropriately to ensure that the reproduction light is incident from a direction opposite to the direction of the reference light shown in Figure 2, that is, the reproduction light is incident from the direction that enables real image reproduction, so as to form a rainbow type dye hologram. In this case, the aforementioned He-Cd laser with the same wavelengths as those of the laser with specifications presented in the above was used as the light source. The method

for forming the dye hologram of the rainbow type is as follows: first of all, in the optical system shown in Figure 3, the beam from white-color laser (19) is divided to two beams by means of beam splitter (20). One of these beams is expanded to a parallel light beam by mirror (21), object lens (22A), pinhole (22B), and collimator lens (23), and it illuminates Fresnel type dye hologram (24) to form a real-image reproduction light. As a result, a real image of the object having full color is formed on dry plate (0). In this case, the width of slit (24a) in front of the Fresnel type dye hologram is three times the width in the conventional case. In this way, the visual field in the longitudinal direction is expanded. Also, the other beam is expanded by mirror (25), object lens (26A), and pinhole (26B) and it is used as the reference light. Then, the real image reproduction light and reference light formed in the above interfere with each other on dry plate (0). In this case, the interference fringes are recorded on dry plate (20).

As explained in the above, dry plate (0) has holograms (interference fringes) formed by interference between the various components (R, G, B) of the real image of the object having colors and the reference light and recorded on the various emulsion layers. The dry plate is then subject to the same coloring development processing, fixing processing, and bleaching/fixing processing as that for the aforementioned Fresnel type dye hologram. In this way, finally, a rainbow type dye hologram having interference fringes of dyes alone formed on the various emulsion layers is obtained.

The finally obtained rainbow type full color dye hologram is then observed under illumination of the illuminating light from a direction opposite to the illuminating direction of the reference

light shown in Figure 3. In this case, a 3-dimensional image of the object having full color can be observed. Even when the eyes shift in the longitudinal direction, excellent color reproduction still can be realized free of color deviation. Also, the reproduction wavelength region that contributes to the color reproduction becomes wider. Consequently, it is possible to realize color reproduction near the natural color. Also, while the visual field in the longitudinal direction (the direction perpendicular to the slit) is larger than that in the conventional method, it is possible to form an excellent reproduced image free of blur. Also, as shown in Figure 4, (1) represents glass substrate, and (27) represents dye interference fringes/recording emulsion layers.

As explained in the above, for the rainbow type full color dye hologram in this application example, by coloring the B-component of the color image to yellow Y, the G-component to magenta M, and the R-component to cyan C, it is possible to expand in the longitudinal direction (the direction perpendicular to the slit) the visual field range that allows correct color reproduction. Also, even when the eyes shift a little in position, there is still no scattering in the color display of the reproduced image as would take place in the conventional case, and excellent color reproduction can be performed. In addition, by using a white-color laser and by using a recording material having a 3-layer configuration of R, G and B, in a single round of exposure operation, it is possible to form a full color dye hologram. Consequently, the operability can be significantly improved.

Also, as the hologram that allows full color reproduction using the hologram recording medium of this invention, the hologram shown in Figure 25 can be used.

Effects of the invention

As explained in the above, according to this invention, the hologram recording medium is made of a laminate of a first recording layer which is blue photosensitive and forms yellow dye, a second recording layer which is green photosensitive and forms magenta dye, and a third recording layer which is red photosensitive and forms cyan dye. Consequently, for the rainbow type hologram, the visual field region that allows correct color reproduction can be expanded in the longitudinal direction (the direction perpendicular to the slit), and it is possible to expand the region of reproduction wavelength that contributes to the color reproduction for all of the holograms of the amplitude type and transmissive type. Also, the full color dye hologram provided by this invention is similar to the natural color with /22 excellent color reproduction of the reproduced image, even when the position of eyes shifts a little.

Brief description of figures

Figure 1 is a cross-sectional view illustrating the configuration of an example of the dry plate used as the recording material of the rainbow type dye hologram, a Fresnel type dye hologram of this invention. Figure 2 is a diagram illustrating the optical system for manufacturing the Fresnel hologram. Figure 3 is a diagram illustrating the optical system

for manufacturing the rainbow hologram. Figure 4 is a diagram illustrating the direction of incidence of the white color for forming the 3-dimensional image of the full color dye hologram of the rainbow type. Figure 5 is a cross-sectional view illustrating an example of the configuration of the recording medium for forming the full color dye hologram of this invention. Figure 6 is a diagram illustrating the photosensitive wavelengths of the various emulsions in Figure 5. Figure 7 is a diagram illustrating the coloring state of the various emulsion layers after development. Figure 8 is a diagram illustrating the color chart as the object. Figure 9 is a diagram illustrating the hologram recording optical system. Figure 10 is a diagram illustrating the oscillation spectrum of the white-color laser in Figure 9. Figure 11 is a diagram illustrating the state of recording of the interference fringes on the dry plate. Figure 12 is a diagram illustrating coloring of the dye interference fringes formed on the various emulsion layers. Figure 13 is a diagram illustrating the illumination method for forming the reproduced image. Figure 14 is a diagram illustrating the mechanism of formation of the reproduced image on the dye hologram. Figure 15 is a diagram illustrating the relationship between the colors of the dyes of the dye interference fringes recorded on the various layers of the dye hologram and the diffraction phenomenon of the complementary color light. Figure 16 is a diagram illustrating the reproduced image with high fidelity of any colors of the original image of the color chart. Figure 17 is a diagram illustrating the type of the laser-reproduction type hologram that allows full color reproduction by means of formation of the dye hologram. Figure 18 is a diagram illustrating the recording optical system of the

image type hologram as a type shown in Figure 17. Figure 19 is a diagram illustrating the illumination method for forming the full color reproduced image. Figure 20 is a diagram illustrating the optical system for forming the rainbow hologram. Figure 21 is a diagram illustrating the illumination method for forming the reproduced image. Figure 22 is a diagram illustrating the contribution of the wavelength region, which becomes the complementary color, on the diffraction. Figure 23 is a diagram illustrating the spectrum of the slit image formed when white-color light is incident on the dye hologram of the rainbow type. Figure 24 is a diagram illustrating the slit image formed by overlapping the spectra of the various slit images in the B-wavelength region, G-wavelength region, and R-wavelength region. Figure 25 is a diagram illustrating an example of the hologram that allows full color reproduction by using the hologram recording medium of this invention. Figure 26 is a diagram illustrating the state of imaging of the series of spectra of the slit image over the entire visible spectrum. Figure 27 is a diagram illustrating the spectral imaging position of the slit image reproduced from the hologram containing various information of R, G and B.

- 0 Dry plate
- 1 Glass substrate
- 2 Primer layer
- 3 Halation inhibiting layer
- 4 Intermediate layer
- 5 Panchromatic type silver salt emulsion
- 6 Ortho type silver salt emulsion
- 7 Yellow colloidal silver filter layer

- 8 Regular type silver salt emulsion
- 9 Protective layer
- 10 White-color laser
- 11 Beam splitter
- 12 Mirror
- 13 Mirror
- 14A Object lens
- 14B Pinhole
- 15 Object having colors
- 16 Mirror
- 17A Object lens
- 17B Pinhole
- 18 Collimator lens
- 19 White-colored laser
- 20 Beam splitter
- 21 Mirror
- 22A Objective lens
- 22B Pinhole
- 23 Collimator lens
- 24 Fresnel type hologram
- 25 Mirror
- 26A Objective lens
- 26B Pinhole
- 27 Dye interference fringes/recording emulsion layer
- 30 Base (substrate)
- 31 Panchromatic type silver salt emulsion
- 32 Ortho type silver salt emulsion
- 33 Yellow-color colloidal silver filter layer
- 34 Regular type silver salt emulsion
- 35 White-colored laser

- 36 Beam splitter (BS)
- 37 Mirror
- 38 Objective lens
- 39 Pinhole
- 40 Collimator lens (CL)
- 41 Mirror
- 42 Objective lens
- 43 Pinhole
- 44 Color chart
- 45 Dry plate
- 46 Base
- 47 Dye interference fringes/recording emulsion layer
- 48 Object having colors
- 49 Lens
- 50 Dry plate
- 51 Pinhole
- 52 White-color laser
- 53 Beam splitter
- 54 Mirror
- 55 Objective lens
- 56 Pinhole
- 57 Collimator lens
- 58 Dry plate
- 59 Mirror
- 60 Objective lens
- 61 Pinhole

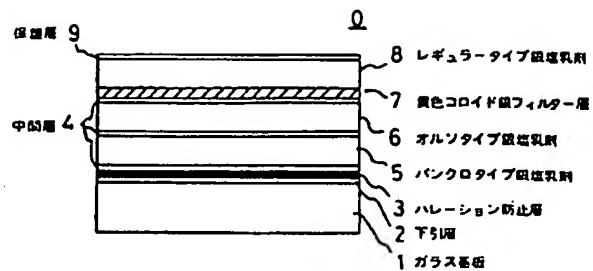


Figure 1

- Key:
- 1 Glass substrate
 - 2 Primer layer
 - 3 Halation inhibiting layer
 - 4 Intermediate layer
 - 5 Panchromatic type silver salt emulsion
 - 6 Ortho type silver salt emulsion
 - 7 Yellow colloidal silver filter layer
 - 8 Regular type silver salt emulsion
 - 9 Protective layer

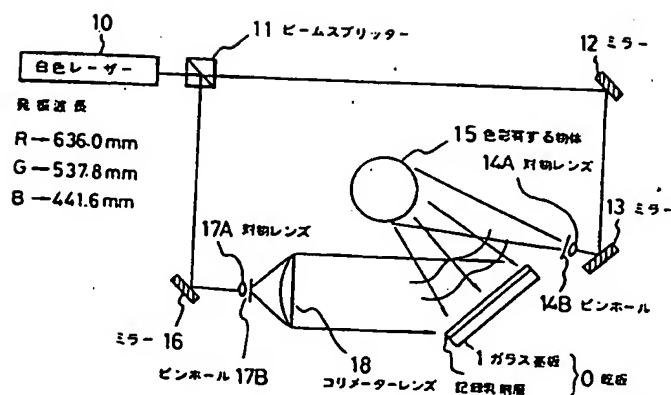


Figure 2

- Key: a Oscillating wavelength
 b Recording emulsion layer
 c Dry plate
 10 White-color laser
 11 Beam splitter
 12 Mirror
 13 Mirror
 14A Object lens
 14B Pinhole
 15 Object having colors
 16 Mirror
 17A Object lens
 17B Pinhole
 18 Collimator lens

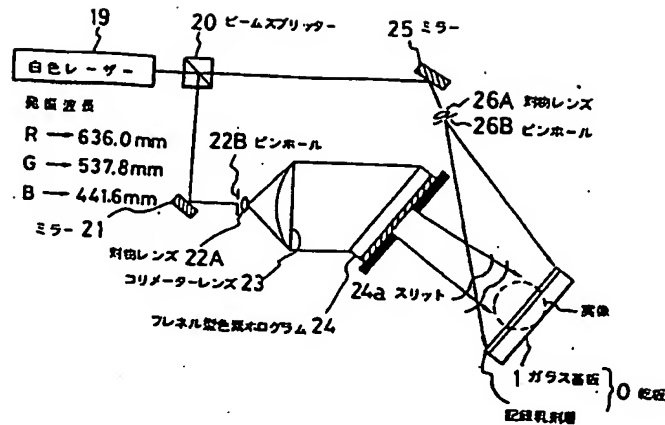


Figure 3

- Key: a Oscillating wavelength
 b Recording emulsion layer
 c Dry plate
 19 White-colored laser
 20 Beam splitter
 21 Mirror
 22A Objective lens
 22B Pinhole
 23 Collimator lens
 24 Fresnel type hologram
 25 Mirror
 26A Objective lens
 26B Pinhole

第 3 図

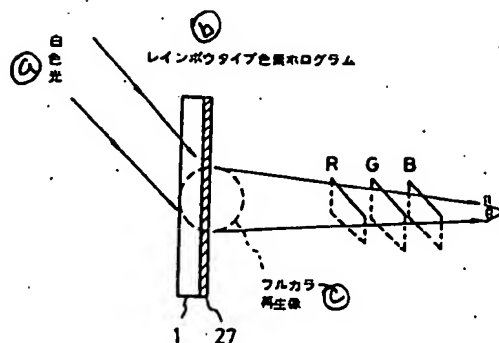


Figure 4

Key: a White light
 b Full color reproduced image
 c Glass substrate

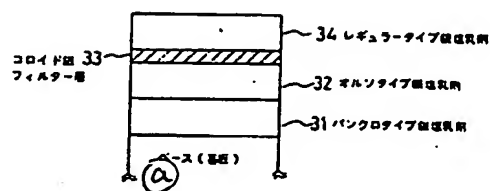


Figure 5

Key: a Base (substrate)
 31 Panchromatic type silver salt emulsion
 32 Ortho type silver salt emulsion
 33 Yellow-color colloidal silver filter layer
 34 Regular type silver salt emulsion

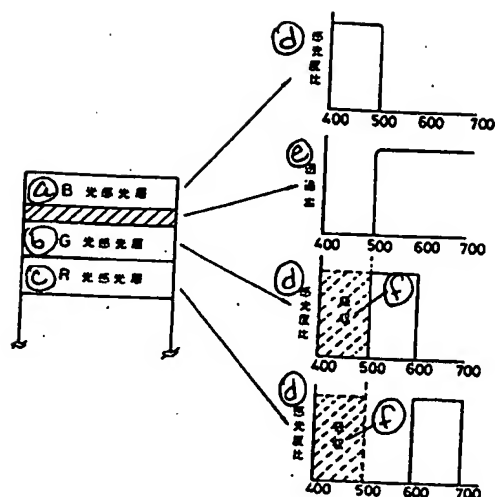


Figure 6

Key: a B-photosensitive layer
 b G-photosensitive layer
 c R-photosensitive layer
 d Ratio of photosensitivity
 e Transmissivity
 f Absorption

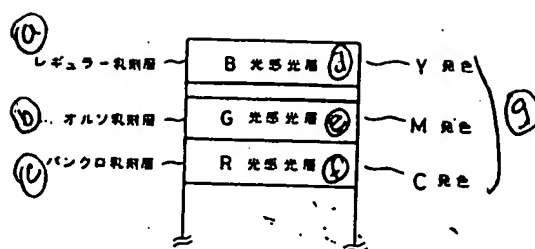


Figure 7

Key: a Regular emulsion layer
 b Ortho emulsion layer
 c Panchromatic emulsion layer
 d B-photosensitive layer
 e G-photosensitive layer
 f R-photosensitive layer
 g Coloring

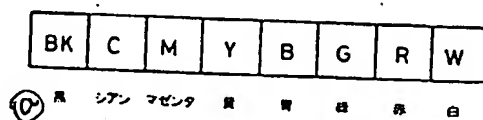


Figure 8

Key: a. Black Cyan Magenta Yellow Blue Green Red White

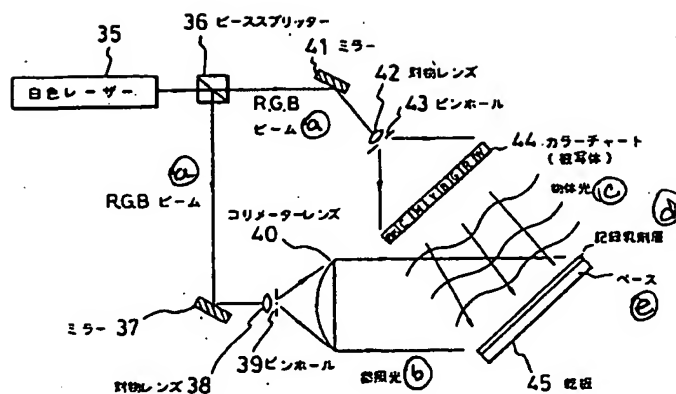


Figure 9

- Key:
- a R.G.B beam
 - b Reference light
 - c Object light
 - d Recording emulsion layer
 - e Base
 - 35 White-colored laser
 - 36 Beam splitter (BS)
 - 37 Mirror
 - 38 Objective lens
 - 39 Pinhole
 - 40 Collimator lens (CL)
 - 41 Mirror
 - 42 Objective lens
 - 43 Pinhole
 - 44 Color chart

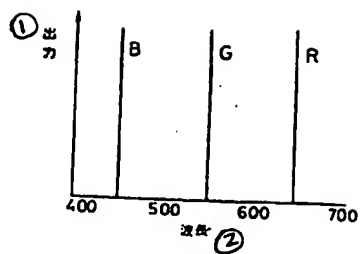


Figure 10

Key: 1 Output
 2 Wavelength

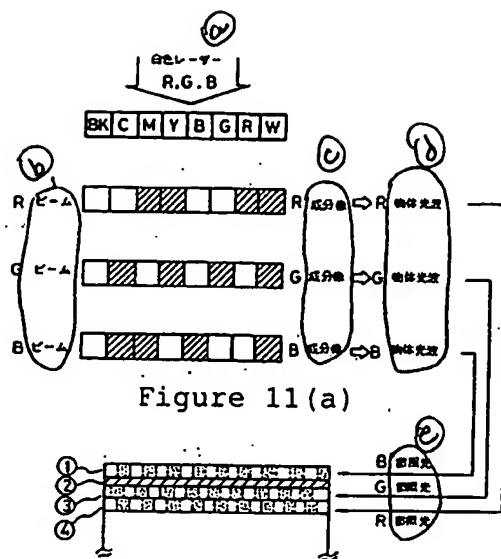


Figure 11(b)

Key: a. White-color laser
 b. Beam
 c. Component image
 d. Object light wave
 e. Reference light

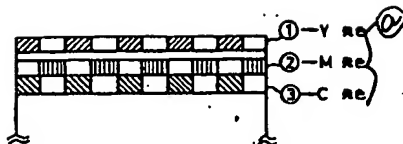


Figure 12

Key: a Coloring

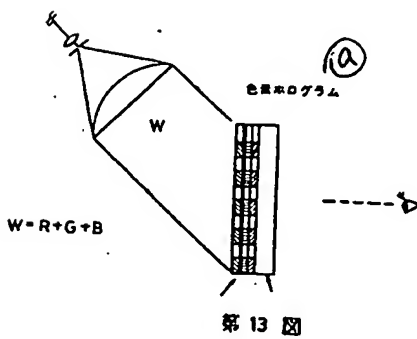


Figure 13

Key: a Dye hologram

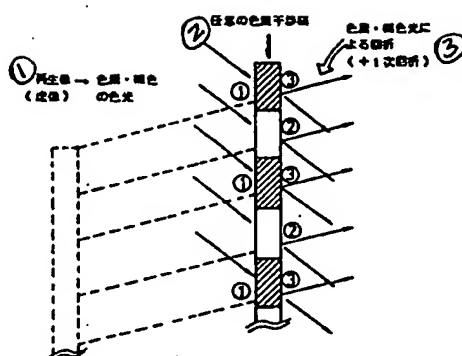


Figure 14

- Key: 1 Reproduced image (virtual image) -> dye/complementary color light
- 2 Arbitrary dye interference fringes
- 3 Diffraction by dye/complementary light (+1st diffraction)

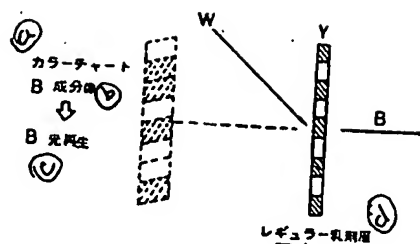


Figure 15(a)

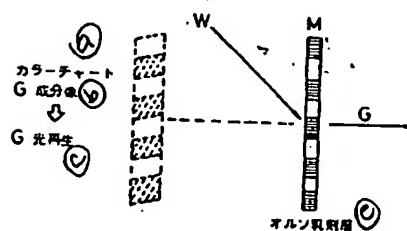


Figure 15(b)

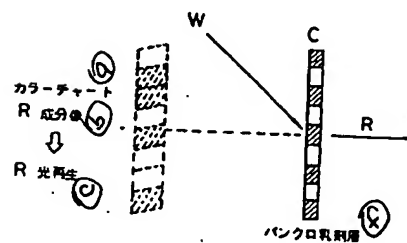


Figure 15(c)

- Key: a Color chart
 b Component image
 c Light reproduction
 d Regular emulsion layer
 e Ortho emulsion layer
 f Panchromatic emulsion layer

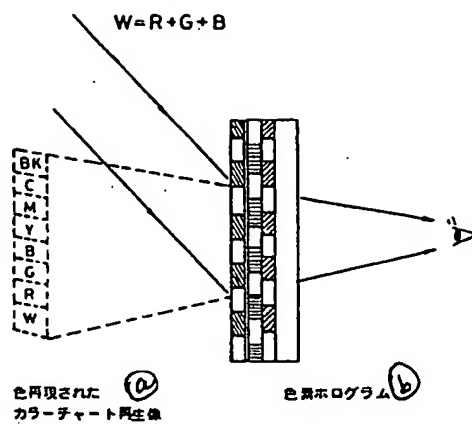


Figure 16

Key: a Color-reproduced color chart's reproduced image
 b Dye hologram

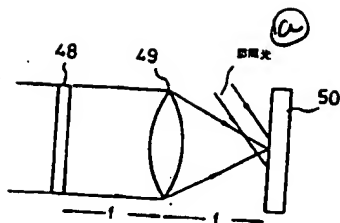


Figure 17(a)

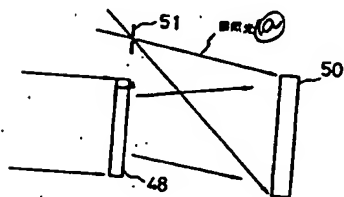


Figure 17(b)

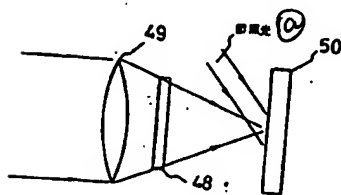


Figure 17(c)

Key: a Reference light

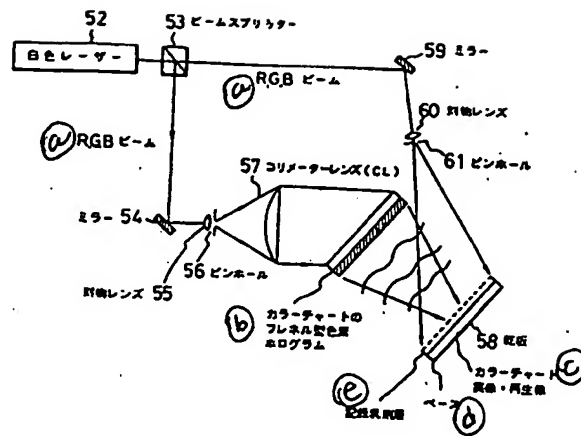


Figure 18

- Key: a R.G.B beam
 b Fresnel type dye hologram of color chart
 c Real image/reproduced image of color chart
 d Base
 e Recording emulsion layer
 52 White-color laser
 52 White-color laser
 53 Beam splitter
 54 Mirror
 55 Objective lens
 56 Pinhole
 57 Collimator lens
 58 Dry plate
 59 Mirror
 60 Objective lens
 61 Pinhole

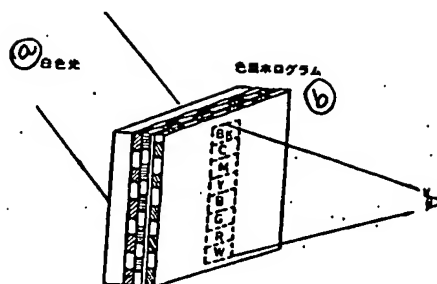


Figure 19

Key: a White light
b Dye hologram

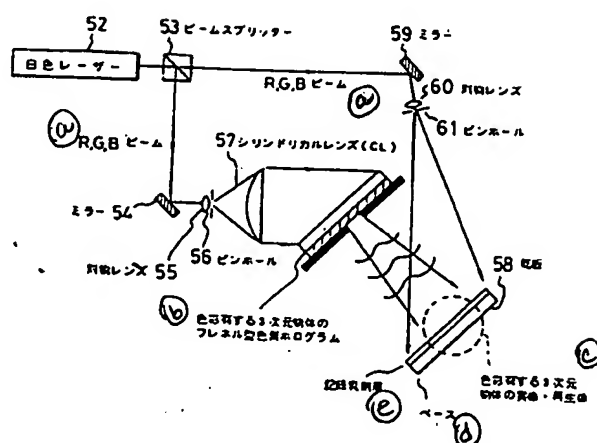


Figure 20

Key: a R.G.B beam
b Fresnel type dye hologram of 3-dimensional object having colors
c Real image/reproduced image of 3-dimensional object having colors
d Base

- e Recording emulsion layer
- 52 White-color laser
- 53 Beam splitter
- 54 Mirror
- 55 Objective lens
- 56 Pinhole
- 57 Collimator lens
- 58 Dry plate
- 59 Mirror
- 60 Objective lens
- 61 Pinhole

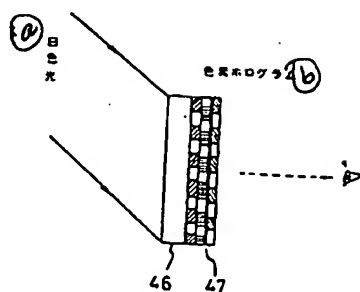


Figure 21

Key: a White light
b Dye hologram

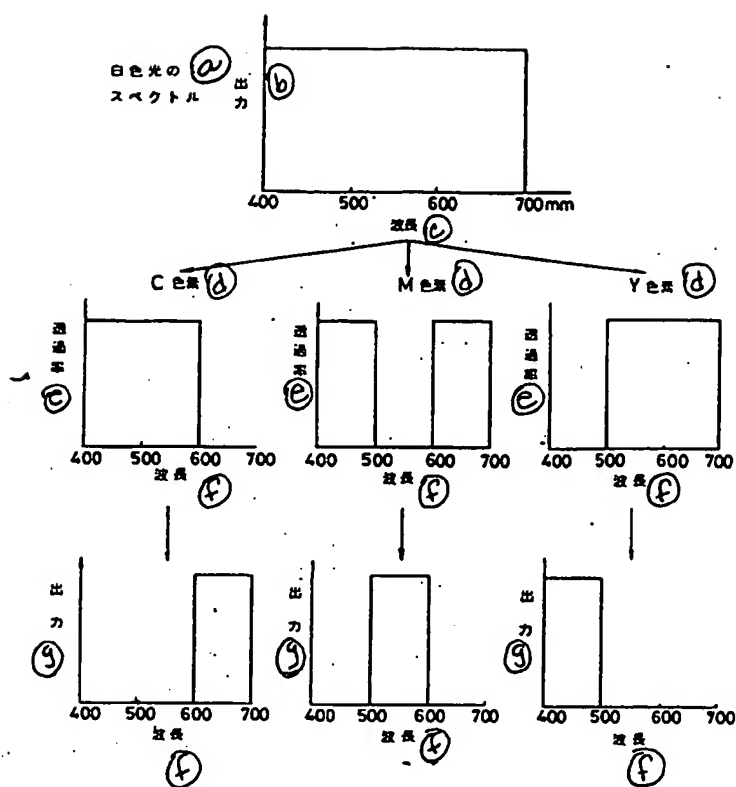


Figure 22

Key: a Spectrum of white light
 b Output
 c Wavelength
 d Dye
 e Transmissivity
 f Wavelength
 g Output

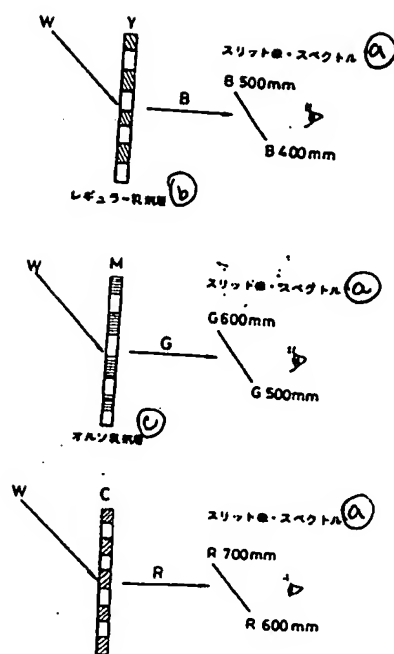


Figure 23

Key: a Slit image/spectrum
 b Regular emulsion layer
 c Ortho emulsion layer

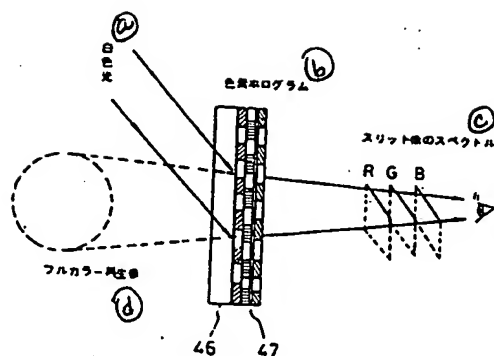


Figure 24

- Key: a White light
 b Dye hologram
 c Spectrum of slit image
 d Full color reproduced image

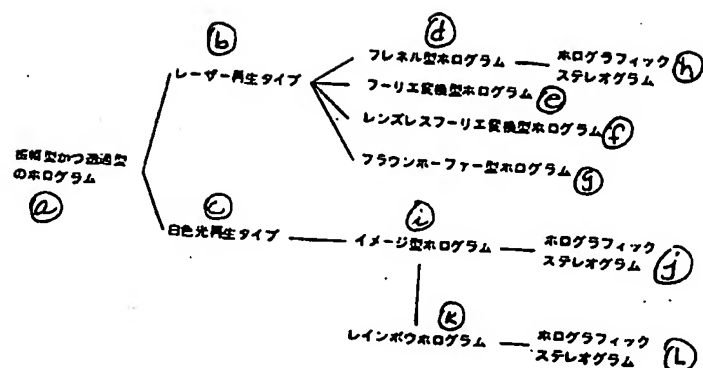


Figure 25

- Key:
- a Amplitude type and transmissive type hologram
 - b Laser reproduction type
 - c White light reproduction type
 - d Fresnel type hologram
 - e Fourier transformation type hologram
 - f Lensless Fourier transformation type hologram
 - g Fraunhofer type hologram
 - h Holographic stereogram
 - i Image type hologram
 - j Holographic stereogram
 - k Rainbow hologram
 - l Holographic stereogram

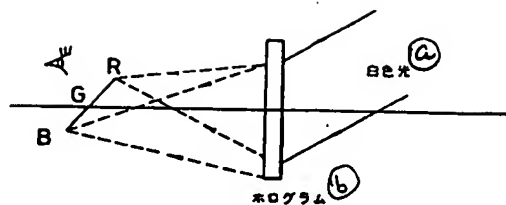


Figure 26

Key: a White light
 b Hologram

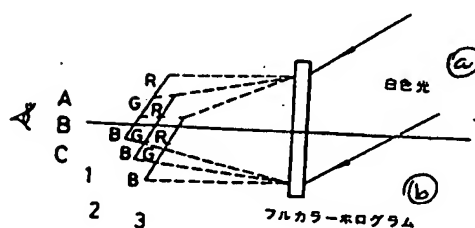


Figure 27

Key: a White light
 b Full-color hologram.